PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 19. 1. Oktober 1918. 19. Jahrgang.
Redaktionsschluß für No. 21 am 27. September 1918.

INHALT:

Originalmitteilungen:
W. Porstmann, Das metrische Formatsystem. S. 417.
R. Fürth, Statistik und Wahrscheinlichkeitsnachwirkung. S. 421.
A. Korn, Mechanische Theorien des elektromagnetischen Feldes. X. S. 426.
W. S. Gripenberg, Einwirkung mechanischer Bearbeitung auf die Oberflächenschichten metallischen Selens. S. 429.

Berichte:
A. Coehn, Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 8.—10. April 1918 in Berlin. S. 429.

Personalien. S. 440.
Angebote. S. 440.
Gesuche. S. 440.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Das metrische Formatsystem.

Von W. Porstmann.

Als vor einigen Jahren sich die ersten Anfänge zur Vereinheitlichung der Formate bemerkbar machten, gingen die meisten an diesen Bestrebungen mehr oder weniger teilnahmslos vorüber; vor allem der Wissenschaftler dachte nicht im entferntesten daran, etwa Betrachtungen über Formate in seinen Tätigkeitsbereich aufzunehmen. Es waren dies Dinge der Wirtschaftspraxis, mit denen man höchstens nur insofern zu tun hatte, als man Stellung hinsichtlich des Privatbedarfs dazu nahm. Mit der Vertiefung der Aufgabe aber wurden ins Allgemeine gehende Erwägungen immer notwendiger. Wie die Ausführungen in dieser Zeitschrift (19, 311, 1918) über „Die Theorie der Formatreform" zeigen, wurde die Vereinheitlichung von den Flächen ausgedehnt auf die Räume und zuletzt auch auf die Längen. Eine weitere Ausdehnung ist nicht möglich; andrerseits wird man eine Loslösung eines der drei Teilbereiche aus ihrer Zusammenfassung und eine getrennte Behandlung z. B. der Flächen ohne Rücksicht auf Räume und Längen immer mehr für unsinnig erkennen, je mehr man sich mit den logischen Grundlagen der Formatreform befaßt. Die drei Bereiche gehören zusammen. Und der überblickende Geist sieht hier eine günstige Lösung des Problems voraus, die für ihn vergleichsweise ebenso abgeschlossen sein muß wie ein haltbares Maßsystem. Bei den Maßsystemen tritt uns die Verkettung der drei an sich getrennten Bereiche der Längen, Flächen und Räume in genau derselben Weise gegenüber wie neuerdings auch bei den Formaten. Die Beziehungen der drei Dingbereiche spiegeln sich notwendig im Aufbau eines Maßsystems wieder, das einfachste und haltbarste Form angenommen hat. Ebenso wird nur ein Formatsystem von endgültiger Kraft sein, das diesem selben Umstand Rechnung trägt, sonst ließe sich ein einfacheres und damit wissenschaftlicheres System ausfindig machen, dem ein anderes notwendig das Feld räumen muß. Dieses Formatsystem wollen wir im voraus das metrische Formatsystem nennen, ganz gleich wie seine letztliche Gestalt nun werden wird. Es ist ein System von Formatnormen für die drei erwähnten Bereiche, das unbedingt in einer quantitativen Beziehung zum metrischen Maßsystem stehen muß, wenn es auch der Größe nach, und nicht bloß verhältnismäßig, genau festgesetzt sein soll. Dieser unvermeidliche Anschluß an das Metersystem rechtfertigt die Bezeichnung „metrisches" Formatsystem. Die dem metrischen Formatsystem entstammenden Formate heißen dann am besten „metrische Formate", ganz entsprechend wie wir von metrischen Maßen reden. Damit ist gleichzeitig auch der Zusammenhang der zunächst der Praxis entstammenden Formatreform mit der Wissenschaft dargetan, mit Physik und Mathematik, oder wohin wir sonst die „Normenlehre" rechnen wollen, von der klärende Ordnung in das immer mehr an Ausdehnung zunehmende jungfräuliche Gebiet zu bringen ist.

Nachdem in dem erwähnten Aufsatz an dieser Stelle die allgemeinen Grundzüge der Theorie der Formatreform zugänglich gemacht worden sind, soll jetzt auf einige wichtigere Einzelheiten hingewiesen werden, die die Anteilnahme der Wissenschaft besonders erfordern. Von den drei Sätzen zur Begründung eines Formatsystems geht der eine auf den unsere Umwelt beherrschenden Ähnlichkeitsatz zurück, der andere ruht auf der Verdopplung und Halbierung als einfachste Handhabung der Formate, der dritte betont den Anschluß an das Metersystem.

Die Form der Flachformate ist bestimmt durch die beiden ersten Grundsätze. Der Verdopplungssatz legt den Flächeninhalt benach-

barter Formate fest durch das einfachste Verhältnis 1 : 2. Der Ähnlichkeitssatz gibt in Verbindung mit jenem das Verhältnis entsprechender Linien benachbarter Formate als $1 : \sqrt{2}$. Gleichzeitig ist dies auch das Verhältnis der kurzen Seite zur langen des gleichen Flachformates: Das Verhältnis von Kathete zu Hypotenuse im gleichschenkligen rechtwinkligen Dreieck. Es sei hier ein Wort über diese Form eingeschaltet. Sie erweist sich als sehr gut brauchbar in allerlei Verwendungen. Sie ist die einzige Form, die bei fortgesetzter Halbierung eines Formates lauter ähnliche Teilformate liefert. Ästheten könnten sie anzugreifen suchen. Doch soll die Kunst dann ein schöneres und brauchbareres Format liefern. Andere könnten die Sage heranführen, daß der „Goldene Schnitt" die ideale Form bestimme. Indes ist wohl diese Anschauung aus der „Alchimie der Mathematik" heute überwunden. Es kann keiner geometrischen Form eine besondere Schönheit untergeschoben werden. Es findet jedes Format seinen ästhetischen Vertreter. Es ist einzig Gewohnheit, wenn wir dies oder jenes Format in einer gewissen Grenze auswählen, falls wir auf sogenannte Schönheitsgründe aufbauen. Nur wenn eine Form gesteckte Zwecke gut erreichbar macht, ziehen wir sie — unbewußt vielleicht ästhetische Momente unterschiebend — als ausgezeichnet vor. In diesem relativen Sinne der Schönheit, der einzig anwendbar ist, ist unsere gefundene Form ebenfalls „schön", was man sofort empfindet, wenn man nicht ein einzelnes Format, sondern die durch fortgesetzte Halbierung daraus gewonnene Reihe betrachtet. Alle andern Ausgangsformate liefern dabei zweierlei Formen, nur dies mit dem Seitenverhältnis $1 : \sqrt{2}$ liefert eine Reihe ähnlicher Formate, eine einzige Form. Diese Harmonie empfindet man als schön.

Der Satz vom Anschluß der Formate an das Metersystem bedarf besonderer Würdigung. Der geschichtlichen Entwicklung der Formate folgend, gehen wir von den Flachformaten aus, die anfänglich einzig und allein vereinheitlicht werden sollten. Nachdem die Form für die Flachformate gewonnen ist, bedarf es einer quantitativen Angabe, um eine Ausgangsnorm aufstellen zu können. Wir mögen ein Normensystem nehmen, welches wir wollen, es ist immer eine derartige Maßgröße darin enthalten. Nachdem man sich beim Gewichtssystem auf Wasser als Normstoff geeinigt hatte, trat die Frage hinzu: wieviel Wasser? Man setzte die Raumeinheit an Wasser als Gewichtseinheit fest. Und wir mögen Drucke, Arbeiten, Leistungen messen, immer ist neben der qualitativen Regelung des Maßes auch eine quantitative nötig. Hier hat sich allmählich die Lösung der gleichen Frage auch nach gleicher Weise eingebürgert: „Anschluß an das Metersystem" ist das Gesetz für die Lösung geworden. Das Metersystem enthält selbst nur die Längeneinheit als einzige wirkliche Willkür. Und diese läßt sich letzten Endes nicht umgehen. Wo es aber möglich ist, werden neue Freiheiten bei der Größenwahl vermieden durch obiges Gesetz, so daß die Längeneinheit die einzige Willkür bleibt. Den Anschluß der Flächenmaße erreicht man dadurch, daß man zur Flächeneinheit ein Quadrat mit der Längeneinheit zur Kantenlänge macht. Die Form der Raumeinheit ist infolge unsres linearen Messens am einfachsten ein Würfel, seine endgültige Größe gewinnt man, indem man die einzige willkürliche Kante gleich der Längeneinheit macht. So ist das metrische Maßsystem gewonnen, das nun seinerseits die Grundlage für die vielen physikalischen und chemischen Maßsysteme geworden ist. Es treten die vielerlei Einheiten dadurch in eine bestimmte einfachste Beziehung, ohne daß sie aber durch einander ersetzbar werden. Als Flächeneinheit muß immer eine Fläche dienen; wie diese gewonnen ist, spielt hinterher keine Rolle mehr. Als Raumeinheit kann nur ein Raum dienen, und es ist auch die Form der Raumeinheit ganz willkürlich, nur zu vielen Meßzwecken bedient man sich am einfachsten der Würfelform.

Den Anschluß der Flachformate bewirkte Wilhelm Ostwald durch diese Folgerung: Wenn eine Seite der Flachformatnorm willkürlich angenommen wird, so ist die Ausgangsnorm und damit die ganze Reihe eindeutig festgelegt. Demgemäß sei die kurze Seite gleich 1 cm. Die andere ist dann $\sqrt{2}$ cm $= 1{,}414\ldots$ cm. Auf diesen Schluß baute er dann seine Weltformate auf. Später gesellte sich den Flachformaten auch noch eine Raumformatreihe zu, die aber erst in einer späteren Arbeit erörtert werden soll. Diese Lösung der Frage liegt sehr nahe. Die Beschäftigung mit dem Seitenverhältnis der Formate an der Hand des Ähnlichkeitssatzes, die eingehenderes Denken fordert als die mit dem Flächenverhältnis benachbarter Formate im Halbierungssatz, lenkt das Augenmerk ohne weiteres auf die Seiten der Formatnorm und auf die Bestimmung der einen durch die Längeneinheit. Demgemäß dauerte es ziemlich lange, bevor sich Einwände gegen diesen ersten Versuch des Anschlusses geltend machten. Der Anschluß bezweckt die Gewinnung einer bestimmten Ausgangsnorm. Nun hat ein Rechteck zwei Seiten. Ostwald machte die kurze gleich der Längeneinheit: Weltformat I. Die lange Seite ist aber der

kurzen gleichberechtigt. Es gibt also eine zweite Möglichkeit, auf gleicher Voraussetzung eine Norm zu schaffen. (Diese zweite gleichberechtigte Norm fällt allerdings als Format in die Reihe der aus der ersten Norm abgeleiteten Formate.) Die Ostwaldsche Lösung ist eine willkürliche Wahl. Verfolgen wir den Gedanken weiter, so ergibt sich eine immer größer werdende Unberechtigung des Ostwaldschen Anschlusses, die schließlich aber auch die einzig einwandfreie Lösung an die Hand führt: Von der zu bestimmenden Norm ist uns durch die beiden ersten Sätze gegeben das Seitenverhältnis. Ein Rechteck ist bestimmt durch zwei unabhängige Stücke. Der Anschlußgedanke muß das zweite liefern. Aber warum soll das gerade eine Linie und gerade die kurze oder auch die lange Seite sein? Die Geometrie kennt unzählig viele Möglichkeiten hier. Wollen wir eine Linie wählen, so liegen uns hier schon theoretisch unendlich viele Möglichkeiten vor, wenn auch die zwei Seiten die auffälligsten sind. Warum macht man nicht die Diagonale gleich der Längeneinheit? Diese steht zu den beiden Seiten in gleicher Beziehung und ist eindeutig. Aber man könnte auch den Umfang oder den halben Umfang benützen, das sind auch eindeutige Lösungen, die nicht ferner liegen, da sie beide Seiten symmetrisch enthalten. Da aber eine Fläche unzählig viele Linien hat, die im Grunde alle gleichberechtigt sind für den Anschluß, so müssen wir sagen: Das zweite Bestimmungsstück der Flachformatnorm kann keine Linie sein, da sonst eine Willkür lediglich durch eine andere ersetzt wird. Flächen können nicht durch Linien dem metrischen Maßsystem angeschlossen werden. Dies Ergebnis hat nicht allein für die Formatreform Wert. Die vielen Linien einer Fläche stellen letzten Endes die ganze Fläche dar, die Fläche eines Rechteckes aber ist eindeutig. Wir kommen zu der Forderung: der Anschluß von Flächen hat durch die Flächeneinheit zu erfolgen. Es ist hierbei ganz gleich, ob die Flächeneinheit ein Kreis, ein Vieleck, ein Quadrat ist, als Einheit ist sie gestaltlos, für Meßzwecke bekommt sie am besten die Quadratform. Es ist auch ganz gleich für uns, ob die Flächeneinheit mit der Längeneinheit in eine bestimmte Beziehung gebracht ist. Der Anschluß von Flächen erfolgt einzig durch die Flächeneinheit. Und je nach der günstigen Bestimmung der Flächeneinheit spiegeln sich deren Beziehungen zur Längen- und Raumeinheit auch in den Anschlußgebieten wider. Die beiden Bestimmungsstücke für die Flachformatnorm sind nunmehr: das Seitenverhältnis und der Flächeninhalt. Der Anschluß erfolgt durch die Forderung: die Flachformatnorm soll gleich der Flächeneinheit sein. Die beiden Seiten x und y der Norm gewinnen wir aus den zwei Gleichungen

$$x : y = 1 : \sqrt{2}$$
$$x \cdot y = 1 ,$$

die die Symmetrie der Herleitung auch äußerlich darlegen. Die Fläche als Anschlußgrundlage enthält alle unendlichen Scheinmöglichkeiten des Anschlusses durch die Linie harmonisch vereinigt in sich, ohne eine Linie zu betonen oder hintanzusetzen. Dieser Anschluß ist von höherer Ordnung als der durch die Linie berechtigt.

Die quantitative Festlegung einer Norm erfolgt stets auf die Frage: wieviel von dem betreffenden Normstoff? Der Anschlußsatz verweist auf die Einheit. Bei den Flachformaten ist daher die Frage: wieviel Fläche? Bei den Raumformaten: wieviel Raum? Bei den Längenformaten: wieviel Länge? Man kann nicht die Frage nach einer Flächen- oder Raumgröße durch Angabe einer Linie beantworten. Die Fläche kann bloß durch Benutzung der Flächeneinheit angeschlossen werden.

Es ist unnötig breit auf diesen Anschluß eingegangen worden. Wäre diese Form von Anfang an gewählt worden, so würde sich kaum je ein Einwand erhoben haben. Der verfehlte erste Versuch, der zur Folge hatte, daß die darauf aufgebauten Formate lebhaft in der Gebrauchswelt befürwortet wurden, wird aber von einigen Anhängern noch zu halten versucht, und es ist an der Zeit, die Grundlagen der Formatreform reinlich zu klären, um ihre Entwicklung nicht fehl zu leiten.

Die gesunde Grundlage dieser Anschlußweise tritt vollends zutage, wenn es sich um dieselbe Frage bei den Raumnormen handelt. Der Raum ist zu beziehen auf die Raumeinheit; es ist unsinnig, den Raum anschließen zu wollen durch die Flächeneinheit oder gar durch die Längeneinheit. Die Raumformatnorm muß gleich der Raumeinheit sein, sie ist die einzig haltbare unparteiische Form. Der vorläufige Versuch in den Ostwaldschen Weltraumformaten bringt die verfehlte Anschlußform deutlich zur Betonung. Es bleibt dort weiter nichts übrig, als zur Regelung der dritten Dimension ebenfalls die Linie heranzuziehen. Doch soll hier zunächst nicht näher darauf eingegangen werden.

Der Umstand, daß nun die metrische Raum- und Flächeneinheit in einfachster Beziehung zur Längeneinheit stehen und sie alle drei ein nicht besser denkbares System von Einheiten für Meßzwecke bilden, führt in der Formatreform zur Gewinnung eines ebenso harmonischen For-

matsystems. Ohne jeden Zwang fügen sich nämlich die Sätze für die Formate zu einem geschlossenen System zusammen, dem metrischen Formatsystem, das erst durch unsere Weise des Anschlusses möglich ist. Die Norm soll gleich der Einheit sein, ist die Grundlage dieses Systems. Es sind keine Worte weiter darüber zu verlieren, daß die Norm für die Längenformate gleich der Längeneinheit zu sein hat. Hier gipfelt unsere Anschlußform geradezu in einer Selbstverständlichkeit.

Einwände, die den straffen und durchsichtigen Bau des metrischen Formatsystems untergraben könnten und etwas Besseres an seine Stelle setzen, sind bisher noch nicht gemacht worden. Aber es ist begreiflich, daß die Anhänger der ursprünglichen Form des Anschlusses diesen zu rechtfertigen suchen, soweit sie sich überhaupt dazu äußern. Einige Beispiele: W. Speiser sagt[1]): Es sei der Anschluß mit Hilfe der Flächeneinheit ein Umweg, „weil man zu der Begriffsbestimmung der Flächen- bzw. Raumeinheit erst durch Vermittlung der Längeneinheit gelangt". Das ist ein offenbarer Irrtum. Es gibt in der Entwicklung der Maße (vgl. „Normenlehre" des Verf.) Flächen- und Raummaße, die mit der Längeneinheit nichts zu tun haben. Länge, Fläche und Raum sind getrennte Dinge, die wohl in einem gewissen Zusammenhang stehen, aber nicht vom einen zum andern gelangen lassen. Die genaueste Meßmethode mit Hilfe des Längenmaßes legt eine Flächeneinheit und eine Raumeinheit von gewisser Form und Größe nahe, und es ergibt sich daraus das metrische Maßsystem; es ist aber zur Begriffsbestimmung der Flächeneinheit die Längeneinheit durchaus nicht primärer Bestandteil. Und selbst wenn dies wäre, dann ist ein für allemal die Flächeneinheit und die des Raumes gewonnen, mit diesen ist dann weiter zu arbeiten. Man hält es für selbstverständlich, daß die Gewichtseinheit, da sie einen Raum haben muß, mit der Raumeinheit verknüpft wurde. Das wäre aber derselbe Umweg. Er ist nicht vermeidbar, und jeder andere Weg ist länger. Oder wie sollen die Flachformate angeschlossen werden? Der Weg über die Längeneinheit muß schon mit verbundenen Augen gegangen werden, er ist nicht eindeutig und läuft allen wissenschaftlichen Verfahren, die bei der Gewinnung von Anschlüssen geübt wurden, entgegen und liefert nicht etwa etwas Brauchbareres, so daß die Praxis zu Hilfe geholt werden könnte. Außerdem kommen wir durch ihn nicht zu einem einwandfrei aufgebauten System von Formaten, wie wir es im metrischen Formatsystem gewonnen haben.

Von gleicher Seite ist an anderer Stelle derselbe Einwand in einigen anderen Formen vorgebracht worden. Im Grunde genommen trifft er aber den Bau des metrischen Formatsystems überhaupt nicht. Doch seien diese Spielarten angeführt, da sie die Verhältnisse klären: „Ganz gegen unsere Willkür drängt sich die Seite als primäres Element auf, da wir nur darüber zu dem sekundären Begriff des Flächenmaßes gelangen können", „die Flachformate würden Einheitsflächen und Maßeinheiten darstellen", „ein bestimmtes Verhältnis von Rechteckseiten sei das Primäre, während der Flächeninhalt gar nicht in Frage komme", „durch Angabe der Seitenlängen ist ein Format unmittelbar eindeutig bestimmt, durch Angabe des Flächeninhaltes erst mittelbar", „das Ostwaldsche Verfahren habe mindestens gleiche Berechtigung", „die praktische Verwendbarkeit dürfe nicht außer acht gelassen werden", usw.

Es ist mißlich, Scheinangriffe abzuwehren, die den innersten Kern gar nicht berühren können. Ernsthafte Angriffe sind indes bis heute nicht erfolgt. Daß im ersten Augenblick die Seiten in die Augen fallen, liegt ja eben dem Ostwaldschen Verfahren zugrunde, das ist aber angreifbar und führt zu einer gründlicheren Reform mit Hilfe nicht des Flächen maßes, sondern der Flächeneinheit. Es kommt letzten Endes auf die Gewinnung eines Ausgangsformates an. Daß wir dies Format am besten durch seine beiden Seiten festlegen, ist Forderung der Praxis. Daraus folgt aber nicht, daß wir nun gerade diese beiden Seiten durch den Anschlußsatz unmittelbar festlegen. Dies würde bedingen, daß wir beide Seiten gleich der Längeneinheit machen. Es können aber zwei beliebige unabhängige Bestimmungsstücke zur Gewinnung der Seiten eines Rechtecks benützt werden. Das eine ist in unserm Falle das Seitenverhältnis, daraus folgt aber nicht, daß das andre eine Seite sein müsse, der Flächeninhalt erweist sich eben als in höherer Ordnung berufen. Das Ostwaldsche Verfahren hat in dem Maße weniger Berechtigung, als eine Linie weniger berechtigt ist zum Anschluß von Flächen an das metrische Maßsystem als die Fläche. In beiden Fällen rechnen wir aus zwei Gleichungen die beiden Seiten aus, für die Praxis sind beide Wege gleich gangbar und, wie sich gezeigt hat, auch gleich brauchbar. Man kann also auf keinen Fall den leeren Begriff von der Praxis herholen, als ob der einen Deut Klärung in die Sache brächte. Und gerade dies Verfahren wird von der Gegenseite unbegrenzt angewandt.

1) Verstreut in Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, Dinglers polytechnischem Journal, Technik und Wirtschaft, Organisation.

Es entspringt die ganze Formatreform der sogenannten Praxis. Es stammen die Sätze aus der Praxis. Der Verdopplungssatz ist ein reines Kind derselben. Der Ähnlichkeitssatz ist eins der Praxis und der Kunst. Der Anschlußsatz ist eins der Wissenschaft — da die Praxis hier versagt. Sie kann mehrere Systeme, die auf die beiden ersten Sätze aufgebaut sind, als gleich brauchbar annehmen und kann keinen Grund angeben, warum dies oder jenes besser sein soll. Also mag man sie zu dieser Beurteilung auch nicht heranziehen. Das ist sinnlos und verschleiernd. Einheitsflächen oder Maßeinheiten sind nun schließlich weder die Weltformate noch die metrischen Formate. Unsere Einheitsflächen sind bisher vielmehr Quadrate mit zentesimaler Abstufung. Die Flachformate dagegen sind Rechtecke, die nach Potenzen von Zwei wachsen.

Der Nachweis, daß das metrische Formatsystem „unpraktisch" sei, beruht nicht etwa auf Anführung von praktischen Mängeln, sondern auf weit hergeholten, zu dem Zweck erst aufgestellten, unzutreffenden Diskussionen, die ebensowenig der schlichten Praxis entstammen wie der Wissenschaft. Z. B. wird herbeigeholt, daß bei einem Format die Seiten in die Augen springen, nicht die Fläche. Die Seiten seien für die Praxis das Primäre. Nun, ein Format kann nicht bestehen, ohne daß es Seiten hat, aber auch ohne Fläche nicht. Man schreibe auf ein Format, das vier Seiten, aber keine Fläche hat. Gerade die Fläche ist es nämlich, mit der sparsam umgegangen werden soll, der zuliebe die Formatreform geboren wurde. Die Papierfläche wird hergestellt, zerschnitten, geordnet, aufbewahrt, vergeudet, bedruckt, beschrieben, bemalt. Gerade die Praxis betont die Fläche. Und die Kanten spielen keine Rolle mehr, sobald sie für die Handhabung der Fläche glücklich geordnet sind, ebensowenig wie es für ein Gewichtsstück im Gebrauch darauf ankommt, daß es in einfacher Beziehung zur Raumeinheit Wasser steht. Wir mögen eine Formatreihe nehmen, wie wir wollen, immer werden wir ihre Kanten tabellarisch ordnen, ganz gleich, wie sie gewonnen sind.

Eine letzte Behauptung Speisers, daß die metrische Systembildung „praktisch auf eine Unmöglichkeit führe", da sich Raumkörper ergeben sollen, „deren Seitenflächen nicht mit den Abmessungen der Flachformate übereinstimmen", ist ungewöhnlich kühn, nachdem ich vorher eine Raumformatreihe in meiner „Normenlehre" aufgestellt habe, die den Forderungen Speisers voll und ganz entspricht. Neuerdings sind freilich auch andere Raumformate in Erwägung gezogen worden (bei den Arbeiten des Normenausschusses der deutschen Industrie), die ganz innerhalb des metrischen Systems liegen, aber einige andere Eigenschaften haben. Die Raumformate bieten noch reichlich viel zu bedenkende Fragen, bevor endgültige Einigung erzielt werden kann. Man kann sich aber nicht denken, wie man aus diesem Umstand dem davon ganz unabhängigen metrischen Formatsystem einen Strick drehen will, zumal auch gerade W. Speiser nicht müde wird, die „bestechliche" innere Folgerichtigkeit und logische Einwandfreiheit des Systems zu predigen. Die Erörterung der Raumformate, die ebenfalls eine noch nicht abgeschlossene Entwicklung von den Ostwaldschen Weltraumformaten zu den metrischen Raumformaten durchmachen, ist einer späteren Arbeit vorbehalten.

(Eingegangen 4. Juni 1918.)

Statistik und Wahrscheinlichkeitsnachwirkung.

Von Reinhold Fürth.

§ 1. Wahl der Statistik.

Eines der ältesten Probleme der Statistik, das durch die Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung gelöst wird, ist das der Berechnung der relativen Häufigkeit der Anzahl günstiger Ereignisse bei wiederholtem Anstellen gewisser Serien von Beobachtungen. Die Übereinstimmung der Beobachtung mit der Theorie zeigt die Berechtigung der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Es ist daher einigermaßen erstaunlich, daß nicht von seiten der Statistik der Versuch unternommen wurde, die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf eine andere Seite der statistischen Erscheinungen anzuwenden, nämlich die Häufigkeit gewisser Zahlenfolgen einer statistischen Reihe. Vielmehr ist hierfür der Anstoß von seiten der theoretischen Physik gegeben worden, in dem Bestreben, die Gesetzmäßigkeiten, die sich bei der Brownschen Bewegung vieler ähnlicher Teilchenindividuen unter dem Mikroskop bieten, zu studieren. M. v. Smoluchowski hat in einer Anzahl von Arbeiten eine sehr vollkommene Theorie dieser „Schwankungserscheinungen" entwickelt[1]) und auf die durch Beobachtungen Svedbergs und Westgrens an Kolloidteilchen gewonnene Sta-

1) M. v. Smoluchowski, Wiener Ber. **123** (2a), 2381, 1915; **124** (2a), 339, 1915; diese Zeitschr. **16**, 321, 1915; **17**, 557, 1916; Kol. Zeitschr. **18**, 49, 1916. Eine Zusammenfassung und teilweise Ergänzung des hierher gehörigen Formelmaterials mit einer einheitlichen Bezeichnungsweise findet man in der zusammenfassenden Bearbeitung des Verfassers „Schwankungserscheinungen in der Physik", diese Zeitschr. **19**, 1918.

tistik mit schönster Übereinstimmung angewendet.

Da sich nun aber die von ihm entwickelten Formeln ihres physikalischen Gewandes völlig entkleidet in rein statistischem Sinne deuten lassen, liegt es nahe, sie auf einem Gebiet zu erproben, bei dem der rein statistische Mechanismus der Erscheinung klarer auf der Hand liegt, als bei dem der Kolloidstatistik. Einen Versuch in dieser Richtung hat kürzlich Frl. A. Podjed[1]) an der Statistik des Geschlechtsverhältnisses der Geborenen unternommen; dieses Beispiel ist jedoch gerade zur Illustration der v. Smoluchowskischen Gesetzmäßigkeiten nicht so sehr geeignet, da bei ihm keine Wahrscheinlichkeitsnachwirkung besteht, d. h., daß der günstige bzw. ungünstige Ausfall eines Einzelereignisses irgendeiner Serie auf den Ausfall des gleichen Einzelfalles der nächsten Serie keine Einwirkung ausübt: aufeinanderfolgende Serien sind voneinander unabhängig. Smoluchowskis Formeln leisten aber gerade für diesen Fall der Nachwirkung etwas wesentlich Neues[2]). Im folgenden soll es daher unternommen werden, an einem Beispiel mit „Wahrscheinlichkeitsnachwirkung" die Richtigkeit der Smoluchowskischen Formeln zu demonstrieren.

Die gewählte Statistik war folgende: Es wurden in äquidistanten Zeitintervallen (5 sec) die Anzahl der Fußgänger beobachtet, die sich auf dem Gehsteig einer Straße in der Länge einer bestimmten Hausfront aufhielten[3]). Das Intervall war so gewählt, daß ein in einem bestimmten Intervall eintretender Mensch mit großer Wahrscheinlichkeit auch im nächsten Intervall sich noch in dem Beobachtungsraum aufhielt, die Größe des Beobachtungsraumes so, daß die Anzahl der gleichzeitig sich in ihm befindlichen Menschen mit einem Blick leicht zu übersehen war. Es wurde so eine Statistik von 505 Beobachtungen erhalten, die in Tabelle I wiedergegeben ist.

Tabelle I.

000111212211110000132111221000000000015221000000122124331111221110022124322001112322000223431111312333211111222122221100123344211112333213331002444111134332475212122223342111122112311124211223112211532221233213535443211221234321133111111000111111153310034352322122312201333122223210123100001111354233321001111221122000111000122001210001222225563331233454544222122222123331001111000311221000311000000001322210111121233542144232111112112220122122102232122220011022144310133000000000023112212331000111122111.

1) A. Podjed, diese Zeitschr. **19**, 39, 1918.

2) s. a. E. Schrödinger, diese Zeitschr. **19**, 218, 1918.

3) Dabei wurde eine Gruppe gemeinsam gehender Leute als „Einzelereignis" notiert. Die Konsequenz der anfänglichen Außerachtlassung dieses Umstandes soll am Schlusse kurz gestreift werden.

§ 2. Schwankungsgröße.

Bezeichnet man die Zahlen der Tab. I mit n, dann ist unter den dieser Statistik zugrunde liegenden Voraussetzungen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gewissen Zahl n gegeben durch

$$W(n) = \frac{e^{-\nu}\,\nu^n}{n!} \qquad (1)$$

wo ν den Mittelwert der Zahlen n bedeutet. Dieser Mittelwert ergibt sich aus den Beobachtungen zu

$$\nu = 1{,}592.$$

Unter Zugrundelegung dieses Wertes resultieren für die Häufigkeiten der verschiedenen n-Werte

$$A(n) = W(n) \cdot 505$$

die in Tab. II als $A(n)$ (ber.) bezeichneten Zahlen, während die aus Tab. I entnommenen als $A(n)$ (beob.), eingetragen sind.

Tabelle II.

n	$A(n)$ (beob.)	$A(n)$ (ber.)
0	98	103
1	165	164
2	136	130
3	70	69
4	26	28
5	8	9
6	1	2
7	1	0

Führt man die „mittlere relative Schwankung" durch die Beziehung

$$\delta = \frac{n - \nu}{\nu} \qquad (2)$$

ein, so soll die Relation bestehen

$$\bar{\delta}^2 = \frac{1}{\nu} \quad \text{oder} \quad \nu^2\,\bar{\delta}^2 = \nu. \qquad (3)$$

Die Berechnung ergibt

$$\underline{\nu^2\,\bar{\delta}^2 = 1{,}505}$$

in bester Übereinstimmung mit dem Werte für ν.

Es gilt ferner die Beziehung

$$|\bar{\delta}| = \frac{2\,e^{-\nu}\,\nu^{\lambda}}{\lambda!}, \qquad (4)$$

wo λ jene größte ganze Zahl ist, die von ν übertroffen wird.

Die Berechnung gibt für

$$\underline{|\bar{\delta}| = 0{,}631,}$$

während Formel (4) ($\lambda = 1$) ergibt

$$\underline{|\bar{\delta}| = 0{,}648,}$$

so daß auch diese verifiziert erscheint.

§ 3. Schwankungsgeschwindigkeit.

Es trete bei der r-ten Beobachtung die Zahl n_r auf und wir fragen nach der Wahrscheinlichkeit $W(n, n+k)$ bzw. $W(n, n-k)$, daß die $r+1$te Beobachtung eine um k größere bzw. kleinere Zahl ergibt. Die Lösung bieten folgende Smoluchowskischen Formeln

$$\left|\begin{aligned} W(n, n+k) &= e^{-vP} \sum_{i=0}^{n} \binom{n}{i} P^i Q^{n-i} \frac{(vP)^{i+k}}{(i+k)!} \\ W(n, n-k) &= e^{-vP} \sum_{i=k}^{n} \binom{n}{i} P^i Q^{n-i} \frac{(nP)^{i-k}}{(i-k)!} \end{aligned}\right. \quad (5)$$

worin bedeuten: P die konstante Wahrscheinlichkeit, daß auf ein günstiges Einzelereignis der $r$ten Serie in der $r+1$ten ein ungünstiges folge, $Q = 1 - P$. Die Größe P ist als ein Maß für die „Wahrscheinlichkeitsnachwirkung" zu betrachten. Sie ist gleich 1, wenn die aufeinanderfolgenden Serien voneinander unabhängig sind und ist eine Funktion der Intervallänge τ, mit der sie monoton gegen 0 geht.

Tab. III enthält die aus Tab. I entnommenen empirischen Häufigkeiten der verschiedenen Zahlenfolgen, derart, daß die Ziffern über den vertikalen Spalten die Größen n_r und die neben den horizontalen die darauf folgenden n_{r+1} enthalten. Die analoge aus der Formel (5) berechnete Tab. IV zeigt eine vorzügliche Übereinstimmung mit den Zahlen der Tab. III. Dabei wurde für P der aus der folgenden Überlegung sich ergebende Wert zugrunde gelegt.

Tabelle III.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	67	23	7	1				
1	24	83	41	16	1			
2	6	40	58	18	7	1		
3	1	11	25	23	8	1	1	
4		2	5	7	7	5	0	
5			0	5	2	0	0	1
6					0	1		
7					1			

Tabelle IV.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	59	30	7	1				
1	30	84	40	11	1			
2	8	40	57	23	5	0		
3	1	9	25	24	9	2	0	
4		2	6	9	7	3	0	
5			1	2	3	2	1	1
6					1	1		
7					0			

Bezeichnet man die Differenz zweier aufeinander folgender n-Werte mit

$$\Delta_{nr} = n_{r+1} - n_r$$

und bildet bei festgehaltenem Anfangswerte n das Mittel $\bar{\Delta}_n$, so ergibt sich für diese „Schwankungsgeschwindigkeit" die Formel

$$\bar{\Delta}_n = P(n - v). \quad (6)$$

Bildet man dagegen das allgemeine Änderungsquadrat bei beliebigem Anfangswert, so erhält man

$$\bar{\Delta}^2 = 2vP. \quad (7)$$

Die letztere Formel wurde benutzt, um die Größe P zu bestimmen, indem aus Tab. III $\bar{\Delta}^2$ berechnet wurde und für v der früher gefundene Wert eingesetzt wurde. Es ergab sich

$$P = 0{,}316.$$

Zur Kontrolle von Formel (6) wurden ferner aus Tab. III die Werte $\bar{\Delta}_n$ entnommen, die in Tab. V als $\bar{\Delta}_n$ (beob.) eingetragen sind. Die aus Formel (6) unter Zugrundelegung der angeführten Werte von v und P berechneten Werte stehen als $\bar{\Delta}_n$ (ber.) daneben. Man sieht auch hier eine recht gute Übereinstimmung, zumindest in den Werten von n, wo die Anzahl der zur Mittelbildung zur Verfügung stehenden n-Werte groß genug war. Die hier nicht wiedergegebene graphische Darstellung der Tabelle zeigt, daß sich die Beobachtungen durch eine gerade Linie ausgleichen lassen, wie die Formel (6) vorschreibt.

Tabelle V.

n	$\bar{\Delta}_n$ (beob.)	$\bar{\Delta}_n$ (ber.)
0	− 0,397	− 0,510
1	− 0,309	− 0,187
2	+ 0,147	+ 0,136
3	+ 0,513	+ 0,458
4	+ 0,769	+ 0,780
5	+ 1,122	+ 1,102
6	+ 3,000	+ 1,42
7	+ 2,000	+ 1,75

Um zu zeigen, daß gerade die früher angegebenen Werte der Konstanten P und v die Beobachtungen richtig ausgleichen, wurden aus dem empirischen Material der Tab. V nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichsten Werte von P und v berechnet. Es ergaben sich folgende Zahlen

$$v = 1{,}580, \quad P = 0{,}322$$

die mit den direkt sich ergebenden oben angeführten fast vollständig übereinstimmen.

§ 4. Zustandsdauer und Wiederkehrzeit.

Unter der Dauer eines n-Zustandes möge die Anzahl k von Intervallen der Länge τ verstanden werden, die zwischen dem Eintritt und

dem Aufhören dieses Zustandes ohne Unterbrechung verlaufen. Die Wahrscheinlichkeit, daß diese Dauer gerade die Länge $k\tau$ besitze, möge mit $\varphi_n(k\tau)$ bezeichnet werden, der Mittelwert dieser Dauer mit $T(n)$. Analog bezeichnen wir als Wiederkehrzeit die von zwei aufeinanderfolgenden n-Zuständen begrenzte Zeitstrecke. Ihre Wahrscheinlichkeit sei $\psi_n(k\tau)$, ihr Mittelwert $\Theta(n)$.

Für φ und ψ gelten folgende Formeln

$$\left|\begin{aligned}\varphi_n(k\tau) &= W^{k-1}(n,n)\,(1-W(n,n))\\ \psi_n(k\tau) &= \left\{1-\frac{W(n)}{1-W(n)}\,(1-W(n,n))\right\}^{k-1}\\ &\quad\cdot\frac{W(n)}{1-W(n)}\,(1-W(n,n)).\end{aligned}\right. \qquad (8)$$

Darin sind die Werte von $W(n)$, bzw. $W(n,n)$ aus Formel (1) bzw. (5) zu entnehmen.

Die erste dieser Formeln konnte am Beobachtungsmaterial direkt verifiziert werden, für die zweite ist die Reihe zu kurz.

In Tab. VI sind für jedes Wertepaar n und k die aus Tab. I entnommene Anzahl der die Dauer $k\tau$ besitzenden Gruppen von n-Zuständen verzeichnet. Tab. VII enthält in gleicher Weise angeordnet die aus Formel (8) entnommenen berechneten Werte, die aus $\varphi_n(k\tau)$ durch Multiplikation mit der Größe $A(n)$ hervorgehen. Man sieht auch hier trotz der verhältnismäßig geringen Zahl der zur Verfügung stehenden Werte die Formeln zur Genüge bestätigt.

Tabelle VI.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	11
0	7	9	7	4	0	1	0	1	2
1	47	13	9	11	1	3	1		
2	40	20	6	4	2	0			
3	28	15	4	0					
4	13	5	1						
5	8	0							
6	1								
7	1								

Tabelle VII.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	11
0	12	7	5	3	2	1	1	0	0
1	40	20	11	6	3	1	1		
2	45	19	8	3	2	1			
3	31	11	4	1					
4	14	4	1						
5	7	1							
6	1								
7	1								

Für die mittlere Dauer und Wiederkehrzeit hat Smoluchowski die Formel abgeleitet

$$\left|\begin{aligned}T(n) &= \frac{\tau}{1-W(n,n)}\\ \Theta(n) &= T(n)\cdot\frac{1-w(n)}{W(n)}\end{aligned}\right. \qquad (9)$$

Die empirischen Werte der $T(n)$ lassen sich der Tab. VI durch Mittelbildung über alle zu einem n gehörigen k-Werte entnehmen, auf ähnliche Weise gelangt man zu den $\Theta(n)$, während sich aus (9) die theoretischen Werte dieser beiden Funktionen ergeben. In den nun folgenden Tabellen VIII und IX findet man die beobachteten und berechneten $T(n)$ und $\Theta(n)$ nebeneinandergestellt, wobei das Intervall τ zwischen zwei Beobachtungen als Zeiteinheit zugrunde gelegt ist. Die glänzende Übereinstimmung erweist auch hier die Richtigkeit der zugrunde gelegten Formeln.

Tabelle VIII.

n	$T(n)$ (beob.)	$T(n)$ (ber.)
0	3,16	2,53
1	2,01	2,04
2	1,74	1,73
3	1,49	1,52
4	1,37	1,38
5	1,00	1,28
6	1,00	1,21
7	1,00	1,16

Tabelle IX.

n	$\Theta(n)$ (beob.)	$\Theta(n)$ (ber.)
0	13,1	9,92
1	4,14	4,26
2	4,07	4,98
3	9,44	9,00
4	25,2	23,9
5	62,0	72,6
6	—	262
7	—	1105

§ 5. Umordnung der Zahlen.

Wie schon erwähnt, kann P als ein Maß für die „Wahrscheinlichkeitsnachwirkung" einer statistischen Reihe aufgefaßt werden, derart, daß beim Verschwinden dieser Nachwirkung $P = 1$ werden muß. Unter anderem soll dies z. B. auch bei einer Reihe mit Nachwirkung, wie der unsrigen, geschehen, wenn man die Reihenfolge ihrer Glieder nach Zufall verändert. Um dies zu erproben, wurden die Zahlen der Tab. I einzeln auf kleine Zettel geschrieben und in einer „Urne" ausgiebig durcheinandergeschüttelt, worauf sie einzeln wieder herausgezogen wurden. Die so umgeordnete Reihe ist in Tab. X wiedergegeben. An ihr wurden nun die in § 3 vorgenommenen Operationen erneut durchgeführt und ergaben folgende Resultate:

Tabelle X.

2110232011121520421430313222131120112314021022002101220055110252201100131210221412023010245112212221201111402121201314032002321221011211131323403243121010121202321321420022231432110224320123122232101112101003122121251241141222403222301111011011223000111231521132312003011011422113221232023312011251521032221203532312242100123011410200010321331112003010314722221222142155103003112111421010131435331111141141021121112033300103213002102222140215041103112210230000320423221021211000120002531122021011115331.

Aus Formel (5) läßt sich ableiten, daß für $P = 1$ $W(n, n+k)$ bzw. $W(n, n-k)$ identisch werden mit $W(n)$ (Formel 1). Um diese Beziehung zu kontrollieren, wurde aus Tab. X die der Tab. III entsprechende Tab. XI entnommen, welche ebenso die Häufigkeit der verschiedenen Gruppen von aufeinanderfolgenden n-Werten enthält. Die analoge Tab. XII enthält die diesen empirischen Zahlen nach dem Vorigen entsprechenden theoretischen aus Formel 1 berechneten Häufigkeiten. Die Übereinstimmung ist genau so gut, wie die von Tab. III und IV. Ein Vergleich von XI und III zeigt deutlich, wie dort eine Tendenz zur Beibehaltung gleicher Zahlen besteht, während hier bloß eine solche gegen den Mittelwert hin zu konstatieren ist.

Tabelle XI.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	24	33	20	15	6	0	0	0
1	29	53	48	25	7	3	0	0
2	25	44	38	18	6	3	1	1
3	17	13	22	11	5	2		
4	2	17	6	1	0			
5	1	4	2	0	1			
6	0	1			0			
7					1			

Tabelle XII.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	20	34	28	14	5	2	0	0
1	32	53	45	23	8	3	1	1
2	25	43	35	18	7	2	0	0
3	13	23	19	10	4	1		
4	5	9	7	4	1			
5	2	3	2	1	1			
6	1	0			0			
7					0			

Entnehmen wir aus Tab. XII die zur Bestimmung von Δ^2 nötigen Daten, so ergibt sich

$$\overline{\Delta^2} = 3{,}038,$$

während Formel (7) für $P = 1$ ergeben würde

$$\overline{\Delta^2}\,(\text{ber.}) = 2\nu = 3{,}184,$$

welche beiden Werte auf etwa 5 Proz. übereinstimmen.

Ebensogut läßt sich auch in diesem Falle Formel (6) verifizieren. Um dies zu zeigen, sind in Tab. XIII ähnlich wie in Tab. V die beobachteten und berechneten $\overline{\Delta_n}$ für jedes n zusammengestellt. Auch hier zeigt die graphische Darstellung, daß der Ausgleich ungezwungen durch eine Gerade mit den Werten $P = 1$ und $\nu = 1{,}592$ erfolgt. Berechnet man, wie in § 3, auch hier diese Werte als diejenigen, die die Beobachtungen am wahrscheinlichsten ausgleichen, nach der Methode der kleinsten Quadrate, so ergibt die Rechnung für

$$\nu = 1{,}596 \quad \text{und} \quad P = 0{,}998,$$

womit, aufs schärfste erwiesen scheint, daß, wie von vornherein zu erwarten war, durch diese Umordnung die Reihe den Charakter der Nachwirkung völlig verliert.

Tabelle XIII.

n	$\overline{\Delta_n}$ (beob.)	$\overline{\Delta_n}$ (ber.)
0	— 1,449	— 1,592
1	— 0,661	— 0,592
2	+ 0,353	+ 0,408
3	+ 1,000	+ 1,408
4	+ 2,231	+ 2,408
5	+ 3,125	+ 3,408
6	+ 4,000	+ 4,408
7	+ 5,000	+ 5,408

Die Berechnung von Zustandsdauer und Wiederkehrzeit ist in diesem Falle ohne wesentliches Interesse.

§ 5. Zusatzbemerkung.

Wie eingangs erwähnt, mußte bei der Beobachtung jede Gruppe zusammengehender Leute, die sich im Beobachtungsraum aufhielt, als ein Einzelereignis gezählt werden. Die Berechtigung dieses Vorgehens ergibt sich aus der Überlegung, daß ja, z. B. im Falle sämtliche Fußgänger ausschließlich paarweise auftreten würden, zweifellos bei Einzelzählung eine ganz andere Verteilung der Häufigkeiten herauskommen müßte. Wenn die Sache nun auch nicht so extrem liegt, so ist doch eine gewisse Tendenz zum gruppenweisen Auftreten der Fußgänger vorhanden, namentlich an Sonntagen, wo ich zuerst Beobachtungen anstellte. Tatsächlich zeigten diese ersten Reihen ganz andere Häufigkeitsverteilungen; der wahrscheinlichste Wert von n stimmt unter anderem mit dem Mittelwert gar nicht überein wie hier, und der beobachtete Wert von $\overline{\Delta^2}$ ist viel zu groß (sogenannte übernormale Dispersion).

Möglicherweise ist die abnormale Häufigkeitsverteilung bei Svedbergs Szintillations-

beobachtungen radioaktiver Lösungen[1]) auf derartige „Gruppenbildung" zurückführbar, wie bereits T. Ehrenfest[2]) seinerzeit betont hat.

1) u. a. Th. Svedberg, Die Existenz der Moleküle. Leipzig 1912.
2) T. Ehrenfest, diese Zeitschr. 14, 675, 1913.

(Eingegangen 15. Juni 1918.)

Mechanische Theorien des elektromagnetischen Feldes.

Von A. Korn.

X.

Die Induktion in langsam veränderlichen Feldern.

Bevor daran zu denken war, die Erscheinungen der elektrischen Strömungen in Leitern infolge des Auftretens elektromotorischer Kräfte auf mechanischer Grundlage zu behandeln, mußte erst eine mechanische Theorie der Reibung geschaffen werden. Die in Abh. IX[1]) gegebene mechanische Theorie der Reibung hat zu der Ableitung eines der wichtigsten Resultate in der Reibungstheorie geführt, gerade des Resultates, welches für die elektrische Strömung in Leitern benötigt ist:

Wenn wir die in leitenden Körpern vorauszusetzenden ponderablen Teilchen in ungeordneter, molularer Bewegung, ähnlich wie in der kinetischen Gastheorie, annehmen und die mittleren Entfernungen der Teilchen genügend klein voraussetzen, so daß die Maxwellschen Abstoßungskräfte (umgekehrt proportional der fünften Potenz der Entfernung) zu berücksichtigen sind, wird sich der Bewegung jedes Elektrons eine Kraft entgegensetzen, welche in einer ersten Annäherung der Geschwindigkeit des Elektrons proportional ist und in der der Geschwindigkeit entgegengesetzten Richtung wirkt.

Im allgemeinen wird zu dem Widerstand infolge der Reibung für die elektrische Strömung noch ein zweiter Widerstand hinzukommen, welcher darin seinen Ursprung hat, daß in vielen Fällen je ein positives und je ein negatives Teilchen durch ihre gegenseitige Anziehung zu einem Ganzen verbunden sind und sich ihrer Trennung durch elektromotorische Kräfte widersetzen. Die Erfahrung hat ergeben, daß wir bei den metallischen Leitern, welche uns zunächst interessieren, von diesen letzteren Widerständen abstrahieren können, daß die Bindungen zwischen positiven und negativen Teilchen, also in metallischen Leitern, sehr labil sind und die spezifischen Widerstände der Metalle tatsächlich im wesentlichen durch die Reibung bei der Bewegung der Elektronen bedingt werden[1]).

Nichtmetallisch leitende Körper schließen wir zunächst, abgesehen von dem idealen Nichtleiter, dem Äther, von unseren Betrachtungen aus; eine Theorie der Dielektrika ist hingegen auf Grundlage der Vorstellung zu erhalten, daß ein Dielektrikum aus dem Äther durch Einlagerung metallisch leitender Teilchen[2]) entsteht, deren mittlere molekulare Abstände groß genug sind; so daß im allgemeinen die Maxwellschen Abstoßungskräfte zwischen zwei eingelagerten Teilchen nicht zu berücksichtigen sind.

Zwei Hilfssätze sind für die Berechnung der in einem leitenden Ringe infolge von elektromotorischen Kräften auftretenden elektrischen Strömung vorauszuschicken, deren Anwendung auch in den früheren Theorien üblich war:

1. Hilfssatz. Die Bewegung eines materiellen Teilchens von der Masse m, dessen Geschwindigkeitskomponenten u_0, v_0, w_0 den folgenden Bewegungsgleichungen genügen:

$$m\frac{du_0}{dt} = -\varkappa u_0 + X(t), \ldots \quad (1)$$

findet, wenn $\frac{m}{\varkappa}$ eine außerordentlich kleine Konstante ist, in erster Annäherung entsprechend den Gleichungen:

$$u_0 = \frac{X}{\varkappa}, \ldots \quad (2)$$

statt, abgesehen von Fällen, in denen die funktionale Abhängigkeit der Funktionen X, Y, Z von der Zeit t besondere Eigentümlichkeiten hat, welche für unsere Zwecke nicht in Betracht kommen.

2. Hilfssatz. Wenn in einem leitenden Ringe (mit der Führungskurve s und dem konstanten Querschnitte q) bei Vernachlässigung der statischen Wirkungen der einzelnen elektrischen Teilchen aufeinander, die positiven elektrischen Teilchen die Geschwindigkeiten

$$A + \alpha,\ B + \beta,\ C + \gamma,$$

die negativen elektrischen Teilchen die Geschwindigkeiten

1) Diese Zeitschr. 19, 327, 1918.

1) Ich möchte mich dabei durchaus der Idee anschließen, daß in Metallen zwei Arten ponderabler Teilchen vorhanden sind, von denen die einen mit den negativen Elektronen, die anderen mit den positiven Elektronen durch besondere Anziehungskräfte gebunden sind, deren mechanische Erklärung mit Hilfe besonderer Eigenschwingungen noch aufgeschoben sei.
2) Von der elektrischen Masse Null.

$$A-\bar{\alpha},\ B-\bar{\beta},\ C-\bar{\gamma}$$

erhielten, so wird sich unter Mitwirkung dieser statischen Kräfte in dem Ringe in der (von vornherein willkürlich, dann aber fest gewählten) Richtung s ein elektrischer Strom bilden, von der Intensität:

$$J=\frac{kq}{s}\int\left\{\bar{\alpha}\cos(sx)+\bar{\beta}\cos(sy)+\bar{\gamma}\cos(sz)\right\}ds, \tag{3}$$

wo s die Länge der Führungskurve, k eine Konstante ist, welche lediglich von der Konstitution des Leiters abhängt[1]).

Der erste Hilfssatz ist rein mathematischer Natur, dagegen müssen zu dem zweiten Hilfssatz noch einige Worte hinzugefügt werden:

Wenn die Strömungsgeschwindigkeiten nicht längs der Führungskurve konstant wären, müßten sich Anhäufungen von elektrischen Teilchen ein und derselben Art bilden, deren statische Kräfte sofort wieder auf einen Ausgleich hinarbeiten würden. Langsam veränderliche Felder sind dadurch gekennzeichnet, daß die Ableitungen der Funktionen

$$u_1,\ v_1,\ w_1;\ u_2,\ v_2,\ w_2$$

nach der Zeit nicht außerordentlich groß gegen die Quotienten dieser Vektoren durch die Zeiteinheit sein sollen, und unsere bisherige Theorie ergibt, daß solche langsam veränderlichen Felder nur dann vorhanden sein können, wenn in erster Annäherung die außerordentlich große Wirbelgeschwindigkeit der positiven Elektronenringe in dem einen Drehungssinne, der negativen Elektronenringe in dem entgegengesetzten Drehungssinne längs der Führungskurve des Ringes konstant sind. In dem Falle langsam veränderlicher Felder sind daher die statischen Kräfte

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x},\ \frac{\partial\varphi}{\partial y},\ \frac{\partial\varphi}{\partial z},$$

welche zu den durch irgendwelche äußeren Ursachen erzeugten elektromotorischen Kräften hinzuzunehmen sind, um die Konstanz jener Wirbelgeschwindigkeiten zu erreichen, so beschaffen, daß für die wirklich eintretenden Geschwindigkeiten

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma$$

die Funktion

$$\alpha\cos(sx)+\beta\cos(sy)+\gamma\cos(sz)$$

längs der Führungskurve des Ringes konstant ist. Da, unter Berücksichtigung des Hilfssatzes 1:

$$\alpha=\bar{\alpha}+\frac{\partial\psi}{\partial x},\ \beta=\bar{\beta}+\frac{\partial\psi}{\partial y},\ \gamma=\bar{\gamma}+\frac{\partial\psi}{\partial z}, \tag{4}$$

wo ψ eine mit ihren ersten Ableitungen in dem ganzen Ringe eindeutige und stetige Funktion ist, wird:

$$\alpha\cos(sx)+\beta\cos(sy)+\gamma\cos(sz)=$$
$$=\frac{1}{s}\int\left\{\bar{\alpha}\cos(sx)+\bar{\beta}\cos(sy)+\bar{\gamma}\cos(sz)\right\}ds, \tag{5}$$

da

$$\int\frac{\partial\psi}{\partial s}ds=0$$

sein muß. Nunmehr folgt die Formel (3) nach der Definition der Stromintensität in einem Ringe[1]).

Jetzt sind wir vorbereitet, die elektrische Strömung in einem Ringe zu berechnen, welche durch elektromotorische Kräfte hervorgerufen wird. Würden wir zunächst von den statischen Kräften absehen, welche die einzelnen elektrischen Teilchen aufeinander ausüben, dann würden die Geschwindigkeiten der positiven Teilchen

$$A+\bar{\alpha},\ B+\bar{\beta},\ C+\bar{\gamma}$$

und die Geschwindigkeiten der negativen Teilchen

$$A-\bar{\alpha},\ B-\bar{\beta},\ C-\bar{\gamma}$$

so beschaffen sein, daß, wenn m die zu einem Elektron gehörige ponderable Masse vorstellt (auf die Größe dieser stets mit jedem Elektron verbunden zu denkenden ponderablen Masse[2]) kommt es hier gar nicht an),

$$m\frac{d\bar{\alpha}}{dt}=-\varkappa\bar{\alpha}+\Xi, \tag{6}$$

also nach Hilfssatz 1:

$$\bar{\alpha}=\frac{1}{\varkappa}\Xi, \tag{7}$$

in erster Annäherung, und nach Hilfssatz 2 wird

$$J=\frac{kq}{\varkappa s}\int\left\{\Xi\cos(sx)+H\cos(sy)+\right.$$
$$\left.+Z\cos(sz)\right\}ds, \tag{8}$$

oder

1) Es ist

$$k=\sqrt{\frac{\varkappa_0}{2}}\int\left|\frac{\partial u_1}{\partial x}+\frac{\partial v_1}{\partial y}+\frac{\partial w_1}{\partial z}\right|d\tau, \tag{3a}$$

wobei das Integral über die Einheit des Volumens zu erstrecken ist, oder

$$k=N|\varepsilon|, \tag{3b}$$

wenn N die Anzahl der in der Volumeneinheit vorhandenen Elektronen, $|\varepsilon|$ die absolute, dem Elektron zugehörige elektrische Masse ist.

1) Diese Zeitschr. 18, 584, 1917.
2) Man vgl. Anm. 1, S. 420.

$$J = \sigma \frac{q}{es} \int_s \{ \Xi \cos(sx) + H \cos(sy) + Z \cos(sz) \} ds, \quad (9)$$

wo

$$\sigma = k \frac{e^{1)}}{\varkappa} \quad (10)$$

eine Konstante ist, welche lediglich von der Konstitution des leitenden Ringes abhängt, und welche wir als die Leitfähigkeit des Leiters bezeichnen wollen; Ξ, H, Z sind dabei die auf ein elektrisches Teilchen e in dem Ringe ausgeübten elektromotorischen Kräfte.

Wenn wir den Strom J_2 berechnen wollen, welcher von einem Stromringe $(J_1\, s_1)$ in einem leitenden Ringe s_2 erzeugt wird, haben wir in der nach (9) bestehenden Formel:

$$J_2 = \sigma \frac{q_2}{es_2} \int_{s_2} \{ \Xi \cos(s_2 x) + H \cos(s_2 y) + Z \cos(s_2 z) \} ds_2 \quad (11)$$

für Ξ, H, Z nach den Formeln 2 der Abh. VI[2]) die Werte

$$\Xi = -\frac{e}{4\pi c^2} \left\{ \frac{d}{dt} \int_{s_1} J_1 \frac{\cos(s_1 x)}{r_{12}} ds_1 + \int_{s_1} J_1 \frac{\varrho'_2 \cos(s_1 y) - \chi'_2 \cos(s_1 z)}{r_{12}} ds_1 \right\}, \ldots \quad (12)$$

einzusetzen; dabei soll r_{12} den Abstand

$$ds_1 \to ds_2$$

vorstellen, und wir wollen mit

$$\varkappa', \chi'_1, \varrho'_1$$

die Rotationsgeschwindigkeiten des Ringes s_1, mit

$$\varkappa'_2, \chi'_2, \varrho'_2$$

die Rotationsgeschwindigkeiten des Ringes s_2 um die x-, y-, z- Achse bezeichnen.

Es folgt somit:

$$J_2 = -\frac{\sigma q_2}{s_2} \cdot \frac{1}{4\pi c^2} \cdot \frac{d}{dt} \int_{s_1} \int_{s_2} J_1 \frac{\cos(s_1 s_2)}{r_{12}} ds_1 ds_2 + \Psi, \quad (13)$$

wo:

$$\Psi = \frac{\sigma q_2}{s_2} \cdot \frac{1}{4\pi c^2} \int_{s_1} \int_{s_2} \frac{J_1}{r_{12}} \left\{ \cos(s_1 x) \frac{d}{dt} \cos(s_2 x) + \ldots \right\} ds_1 ds_2$$
$$- \frac{\sigma q_2}{s_2} \cdot \frac{1}{4\pi c^2} \int_{s_1} \int_{s_2} \frac{J_1}{r_{12}} \left\{ \cos(s_2 x) \left(\varrho'_2 \cos(s_1 y) - \chi'_2 \cos(s_1 z) \right) + \ldots \right\} ds_1 ds_2, \quad (14)$$

und mit Rücksicht auf:

$$\frac{d \cos(s_2 x)}{dt} = \chi'_2 \cos(s_2 z) - \varrho'_2 \cos(s_2 y), \ldots$$

ergibt sich:

$$\Psi = 0;$$

wir erhalten das in bekannter Weise der Erfahrung genügende Induktionsgesetz:

$$J_2 = \frac{1}{w_2} \left\{ -\frac{1}{4\pi c^2} \frac{d}{dt} \int_{s_1} \int_{s_2} J_1 \frac{\cos(s_1 s_2)}{r_{12}} ds_1 ds_2 \right\}, \quad (15)$$

wobei wir mit

$$w_2 = \frac{s_2}{\sigma q_2} \quad (16)$$

den Widerstand des Ringes bezeichnen.

Setzen wir

$$J = qi, \quad (17)$$

$$J_x = q i_x, \ldots \quad (18)$$

so sind i, i_x, i_y, i_z die Größen, welche man früher als die auf die Einheit des Querschnittes bezogene Stromintensität, bzw. als die auf die Einheit des Querschnittes bezogenen Stromkomponenten bezeichnete. In den neueren Theorien werden allgemein i_x, i_y, i_z kurz als die Stromkomponenten bezeichnet; dieselben hängen mit den sichtbaren Geschwindigkeiten u_0, v_0, w_0 durch die Beziehung

$$i_x = \Sigma e u_0, \ldots \quad (19)$$

zusammen,

wobei die Summe über die Einheit des Volumens zu erstrecken ist.

Das nunmehr abgeleitete Induktionsgesetz ist die Grundlage aller Formeln, welche sich auf die Induktion in langsam veränderlichen Feldern beziehen; mit Hilfe der Ampereschen Vorstellung über die magnetischen Teilchen, welche wir — abgesehen von der hinzukommenden mechanischen Interpretation — adoptiert haben, ist damit auch die Grundlage der Induktion infolge von Bewegungen magnetischer Teilchen gegeben. Durch die bisherigen Untersuchungen ist die gesamte Theorie des Elektromagnetismus, soweit sie sich auf langsam ver-

---

1) $$\sigma = \frac{Ne^2}{\varkappa}, \quad (10a)$$

wenn N die Anzahl der Elektronen in der Volumeneinheit ist.

2) Diese Zeitschrift 19, 12, 1918.

änderliche Felder bezieht, auf eine sichere mechanische Grundlage gestellt.

In der folgenden Abhandlung werde ich zu rasch veränderlichen Feldern übergehen.

(Eingegangen 14. Juni 1918.)

Einwirkung mechanischer Bearbeitung auf die Oberflächenschichten metallischen Selens.

Von W. S. Gripenberg.

Es ist bereits in verschiedener Weise festgestellt worden, daß die Oberflächenschichten des metallischen Selens durch mechanische Bearbeitung, wie Befeilen, Schleifen und Polieren, in irgendeiner Weise verändert werden.

Als vor mehr als 60 Jahren die Methoden für die Ermittelung der optischen Konstanten der Körper durch Reflexionsbeobachtungen ausgearbeitet wurden, befand sich auch das Selen unter den zuerst veröffentlichten Beobachtungsresultaten; jedoch nur in seiner amorphen Modifikation. Von der metallischen Modifikation vermißt man jede Angabe, bis endlich vor einigen Jahren Pfund[1]) sowie Försterling und Freedericksz[2]) durch Vermeidung jeglicher mechanischer Bearbeitung der Platten brauchbare Resultate erzielten.

Auf andere Weise, durch Widerstandsmessungen an Selenblöcken, stellte White[3]) fest, daß eine merkliche Steigerung desselben nach der erstmaligen Bearbeitung mit der Feile stattfand.

Im Verfolg anderer Ziele erhielt ich zufälligerweise eine Anordnung, wobei die Widerstandsänderung durch Schleifen außerordentlich kräftig hervortritt, — 300malige Vergrößerung — so daß ich zur näheren Untersuchung veranlaßt wurde.

Eine Selenplatte 8 × 8 mm², 0,06 mm Dicke gab, auf ein Elektrodensystem bestehend aus einem auf Glas eingebrannten Goldgitter mit 0,06 mm lichter Weite und 8 Gitterstäben pro Millimeter, einen Dunkelwiderstand von etwa 1000 Ohm. Um diesen Widerstand zu erhöhen, schliff ich die Platte mit feinem Schmirgelpapier ab. Obschon höchstens 10 Proz. von der Dicke abgenommen wurde, ergab sich jetzt ca. 300000 Ohm. Da ähnliche Versuche mit anderen Platten analoge Ergebnisse lieferten, schienen Zufälligkeiten ausgeschlossen und es blieb nur übrig, eine stoffliche Änderung der behandelten Oberflächenschicht anzunehmen, und zwar nahm ich an, daß durch die Reibungswärme eine Umwandlung in die glasige Modifikation stattgefunden hatte. Um dies zu prüfen, erhitzte ich die Zelle — ohne daß etwas an der Einstellung (Druckschraube) geändert wurde — auf die Kristallisationstemperatur. Es folgte eine gewaltige Leitfähigkeitserhöhung; nach dem Erkalten war der Widerstand von gleicher Größenordnung wie vor dem Abschleifen.

Wirft man eine dünne abgeschliffene Selenplatte auf einen heißen Metallklotz (100—160°), so geht der Farbenumschlag: grünlich-schwarz→rötlich-bleifarben in 2 Sek. vor sich. — Eine Selenplatte, gegen einen mattgeschliffenen heißen Metallklotz frottiert, verliert überhaupt nicht ihre Bleifarbe. Das Polieren von $Se_{krist.}$ muß also bei Kristallisationstemperatur geschehen.

Ein abgerundeter Glasstab von 3 mm Dicke wurde senkrecht gegen eine ebene Selenplatte gestellt und mit 1 kg belastet. Wurde nun der Stab parallel mit sich selbst verschoben mit einer Geschwindigkeit von etwa 2 cm/sek, so entstand eine Rinne, von deren Oberfläche indessen nur der tiefste Teil schwärzlich gefärbt war, offenbar weil nur dort Druck mal Geschwindigkeit genügend Wärme erzeugten, um eine Schicht von optisch wirksamer Dicke umzuwandeln.

Helsingfors (Finnland), Juni 1918.

(Eingegangen 1. Juli 1918.)

1) Diese Zeitschr. **10**, 340, 1909.
2) Ann. d. Phys. **43**, 1227, 1914.
3) Phil. Mag. **27**, 370, 1914.

BERICHTE.

Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 8.—10. April 1918 in Berlin.

Von Alfred Coehn.

Auch im vierten Kriegsjahre war es der Bunsen-Gesellschaft möglich, eine stattliche Mitgliederzahl zu ihrer Hauptversammlung zusammenzuführen. Die Sitzungen fanden im Anschluß an die Jubiläumssitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft in deren Räumen im Hofmannhause statt. Das Interesse, welches die wissenschaftlichen Vorträge fanden, war so lebhaft, daß die Versammlung im Laufe der Nachmittagssitzung beschloß, über das festgesetzte Programm hinaus zu gehen und die noch aus-

stehenden Vorträge auf den nächsten Vormittag zu verlegen. Die Versammlung wurde vom ersten Vorsitzenden, Prof. Dr. Hans Goldschmidt, mit einer längeren Ansprache eröffnet, an deren Schluß Herr v. Böttinger zum Ehrenvorsitzenden der Gesellschaft ernannt wurde. Es folgte die Verleihung von drei Bunsen-Denkmünzen an die Herren Haber, Bosch und Duisberg. Herr Haber erörterte in seiner Ansprache das Verhältnis von Heereswesen und Naturwissenschaft. Herr Bosch, der Ingenieur der Badischen Anilin- und Sodafabrik, dessen Tatkraft die Durchführung der Haberschen Ammoniaksynthese in der Praxis zu danken ist, sprach von den Methoden zur Überführung des Ammoniaks in Düngemittel und Herr Duisberg verbreitete sich über die Methoden zur Herstellung von Kautschuk und Kautschuk-Ersatz.

Geh. Hofrat Prof. Dr. M. Le Blanc-Leipzig demonstriert eine Reihe von Gegenständen aus Gummi, der nach einem neuen Regenerationsverfahren hergestellt worden ist. Das neue Regenerat, Agatit genannt, kann — im Unterschiede gegen die in der Technik üblichen Verfahren — leicht in Form einer feinen Emulsion bzw. kolloiden Lösung von bestimmten Eigenschaften erhalten werden, die sich für viele Zwecke als besonders geeignet erwiesen hat.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Th. Paul-München: Der Säuregrad des Brotes.

Der Säuregrad spielt bei den durch Gärung erzeugten Lebensmitteln Brot, Bier, Wein, ferner Fruchtsäften usw. eine große Rolle, und es können relativ kleine Unterschiede von ausschlaggebender Bedeutung sein. Als Säuregrad wird die Zahl definiert, welche angibt, wieviel Milligramm-Ion Wasserstoffion in 1 l des flüssigen Lebensmittels enthalten sind. Der Säuregrad der deutschen Weißweine liegt z. B. etwa zwischen 0,15 und 1,6 mg Ion H′ in 1 l. Unsere Geschmacksorgane sind im allgemeinen nicht imstande und gewöhnt, ein wesentlich größeres Säuregradgebiet zu beherrschen. Der Säuregrad des Brotes erreicht in den bisher beobachteten Fällen noch nicht 0,1 mg Ion H'. Zur Bestimmung des Wertes eignet sich — bei seiner Kleinheit — die Methode der Zuckerinversion. Zur Herstellung einer klaren Lösung aus dem wässerigen Brotauszug dient ein „Ultrafilter", das durch Überziehen eines gewöhnlichen Filters mit Kollodium nach dessen Koagulation in Wasser sich bildet. Im Anschluß an den Vortrag geht der Redner noch auf die Aufgaben und Arbeiten der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München ein, deren Ziel und Zweck die Erforschung der chemischen Zusammensetzung und des Nährwerts der Lebensmittel ist.

Prof. Dr. H. Bechhold-Frankfurt a. M.: Grundfragen der Adsorptionstherapie.

Bei Darm- und Magenerkrankungen, sowie bei infizierten Wunden und anderen werden besonders seit dem Kriege Bolus und Kohle in großem Maße als Adsorbentien angewandt. Diese bisher in der Medizin meist benutzten Pulver haben den Zweck, Bakterien und deren Stoffwechselprodukte zu adsorbieren und dadurch unschädlich zu machen. Vergleichende Untersuchungen zahlreicher Adsorbentien hatten den Zweck, zu prüfen, ob Bolus und Kohle bei der Adsorption insbesondere der Bakterien ihnen spezifisch zukommende Eigenschaften besitzen, oder ob es sich um ganz allgemeine physikalische Eigenschaften handelt, die auch anderen, bisher nicht benutzten Pulvern zukommen. Die qualitative Untersuchung durch Kontrastfärbung zeigte keine wesentlichen Unterschiede. Die quantitative Prüfung (Zählung auf Plattenkulturen) erwies bei groben Größenunterschieden die Adsorption als lediglich von der Größe der Oberfläche des Adsorbens abhängig. Unterschiede in bezug auf positive oder negative elektrische Ladung gegen Wasser kamen bei der Bakterienadsorption nicht zum Ausdruck. — Als weit überlegen gegenüber allen anderen Adsorbentien erwies sich Tier- und Pflanzenkohle, während Bolus gegenüber den vielen anderen Pulvern keine Vorzüge aufweist. Für Fälle, in denen Kohle nicht erwünscht ist, wäre die dem Kliniker unbekannte Fullererde dem Bolus weit vorzuziehen. Kristallinische Adsorbentien erwiesen sich gegen die kolloiden Adsorpte nicht überlegen.

Prof. Dr. Lothar Wöhler-Darmstadt: Über die Schmelzelektrolyse von Natrium- und Kaliumamid.

Der Vortrag bietet vorwiegend chemisches Interesse.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Nernst-Berlin: Zur Anwendung des Einsteinschen photochemischen Äquivalentgesetzes.

Das Einsteinsche photochemische Äquivalentgesetz liefert die Beziehung

$$\frac{Q}{h\nu} = N,$$

d. h. für jedes aufgenommene $h\nu$ kommt ein

Molekül zur Umsetzung. Für die Zersetzung von Bromwasserstoff und Jodwasserstoff hat Warburg die Gültigkeit des Gesetzes geprüft. Im Fall des Chlorknallgases wird eine ungeheuer viel größere Anzahl von Molekülen umgesetzt, als dem Einsteinschen Gesetz entspricht. Diese scheinbare Unstimmigkeit läßt sich folgendermaßen erklären:

Durch die Belichtung tritt die Spaltung von Cl_2 in 2 Cl ein. Man hat

$Cl + Cl = Cl_2$ . . . . . + 106000 cal
$H + H = H_2$ . . . . . + 100000 „
$H_2 + Cl_2 = 2HCl$ . . . . . + 44000 „

Daraus folgt

$H + Cl = HCl$ . . . . . + 125000 „
$Cl + H_2 = HCl + H$ . . . + 25000 „
$H + Cl_2 = HCl + Cl$ . . + 19000 „

Wendet man die aus dem Nernstschen Wärmesatz abgeleitete Näherungsformel auf die zwei letzten Gleichungen an, so zeigt sich, daß die Chloratome mit Wasserstoffmolekülen unter Bildung von Chlorwasserstoff und Wasserstoffatomen, letztere wieder mit Chlormolekülen unter Bildung von Chlorwasserstoff und Chloratomen reagieren. Ein einziges gespaltenes Chlormolekül kann also eine große Anzahl weiterer Moleküle umsetzen. Fände man einen Akzeptor, der die Chloratome aufnähme, so würde die Umsetzung nach dem Einsteinschen Gesetz verlaufen.

Es ist gelungen, dies für das Brom nachzuweisen. Durch Anwendung von Hexahydrobenzol, das sich als Akzeptor für Bromatom als sehr geeignet erwies, gelang es eine befriedigende Übereinstimmung mit dem Einsteinschen Gesetz zu erreichen.

*

Dr. Richard Lepsius-Berlin: Über Erfahrungen in der Anwendung von flüssiger Luft als Sprengstoff, mit Demonstrationen.

Um die flüssige Luft als Sprengstoff verwenden zu können, wird sie zunächst auf 95 bis 98 Proz. Sauerstoff rektifiziert. Man bringt sie sodann mit einem Kohlenstoffträger zusammen, der eine solche Affinität zum Sauerstoff besitzt, daß damit eine explosionsartige Verbrennung erfolgt: Ruß, Sägemehl, gepulverte feste Kohlenwasserstoffe, Naphtalin, Torf. Die Substanz muß soviel flüssige Luft aufsaugen können als zur Verbrennung erforderlich ist. Das Sprengmittel zeichnet sich vor anderen durch seine geringere Gefährlichkeit aus. Der Kohlenstoffträger, die Sprengpatrone, wird in flüssige Luft getaucht und sättigt sich mit ihr. Versagt dann die elektrische Zündung, so verliert die Sprengpatrone durch Verdampfen des Sauerstoffs in kurzer Zeit ihre Gefährlichkeit. Flüssige Luft wird bereits in großem Maße als Sprengstoff in Kohlen- und Erzbergwerken benutzt. Da bei der Verbrennung keine giftigen Gase entstehen, kann man die mit flüssiger Luft gesprengten Stollen sofort betreten.

Direktor Dr. Schaller führt Glimmlichtbogenlampen von geringem Wattverbrauch für Signal- und Kontrollzwecke vor.

Dr. Fritz Schröter gibt über die dabei verwendete Neonbogenlampe für Gleichstrom nachfolgenden Eigenbericht: Das Edelgas Neon zeigt eine Reihe bemerkenswerter Eigenschaften, welche seine Anwendung für Beleuchtungszwecke in Gestalt Geißlerscher Röhrenlampen nahelegen. Es besitzt eine sehr hohe elektrische Leitfähigkeit, hat unter allen Gasen die geringste dielektrische Kohäsion ($^1/_{75}$ des Wertes für Luft) und die höchste spezifische Lichtstrahlung. Das *Ne*-Spektrum ist in lichttechnischem Sinne günstig gebaut, d. h. seine Hauptlinien liegen in dem Wellenlängenbereich 530 $\mu\mu$ bis 650 $\mu\mu$, in welchem der Einheit der Strahlungsleistung hohe Werte des photometrischen Wirkungskoeffizienten entsprechen. Claude, der zuerst große Mengen von Neon-Kaliumgemischen als Nebenprodukt der industriellen Luftverflüssigung gewann, hat leuchtende Neonröhren nach dem Moore-schen System mit hochgespanntem Wechselstrom betrieben und dabei einen spezifischen Wattverbrauch von 0,6 W/HK bis 0,8 W/HK erreicht. Seine Messungen des Potentialgefälles der positiven Lichtsäule, das in genügend weiten Röhren bis auf 1 V/cm heruntergeht, erwiesen die Möglichkeit, Neonlampen für gebräuchliche Lichtspannungen (110 oder 220 Volt) herzustellen, falls mit geringem Spannungsabfall an den Elektroden gearbeitet wird. Diese Aufgabe wird durch Vakuumbogenlampen nach Art der Cooper-Hewittschen Quecksilberdampflampe gelöst. Derartige Lampen besitzen eine Anode aus schwerflüchtigem Metall (*Fe*, *Ni*, *Wo*) und eine Kathode aus leichtflüchtigem Metall, an welchem der Lichtbogen in Form eines glühenden Dampfstrahles ansetzt. Der Kathodendampf muß nahe beim Entstehungsorte wieder verdichtet werden, wenn das reine Edelgasspektrum vom Leuchtrohr de. Lampe ausgestrahlt werden soll; gelangen Metalldämpfe in das Leuchtrohr hinein, so unterdrücken sie infolge ihrer geringeren Ionisierungsspannung das Spektrum des Gases oder bilden, wie z. B. *Na*, *Cd*, *Tl* lichtundurchlässige, das Glas unter Abscheidung von *Si* reduzierende Beschläge. Daher ist für völlige Verdichtung der an der Kathode entwickelten Me-

talldämpfe und für das Abfangen zerstäubter Metallteilchen zu sorgen, was entweder durch geschickt angeordnete Kühlkammern und Erweiterungen der Röhre am kathodischen Ende oder durch Einbau von Prallflächen nach Skaupy zu erreichen ist.

Die Kathodenarbeit der Gleichstrom-Vakuumbogenlampe besteht in der Verdampfung und Ionisierung des Kathodenmaterials; sie beträgt nur einige Volt und stellt die Ionisierungsspannung des Metalles dar. Die Anodenarbeit beträgt bei *Ne* 20,2 V bei 1 Amp. und 1 mm Druck an einem Eisenzylinder von 20 qcm Oberfläche. Der spezifische Wattverbrauch ist, bezogen auf die lediglich in der nutzbaren positiven Lichtsäule umgesetzte Energie, 0,26 W/HK bis 0,28 W/HK. Durch die Elektrodenverluste und den erforderlichen Vorschaltwiderstand, den man aber in Gestalt von stromausnutzenden Glühlampen wählen kann, geht der spezifische Verbrauch auf etwa 0,5 W/HK herauf. Da wir es mit einem Volumenleuchten zu tun haben und die Absorption im *Ne* nur etwa 10 Proz. beträgt, so wird das Verhältnis mittlere sphärische Lichtstärke : mittlere horizontale Lichtstärke günstig; es beträgt über 0,86 und wird durch die willkürliche Formgebung des Leuchtrohres beeinflußt. Der spezifische Wattverbrauch ist im übrigen von dem Röhrenquerschnitt, der Stromdichte, dem Gasdruck und der Reinheit des Gases abhängig. Letzterer Umstand ist von besonderer Bedeutung, da schon unter $^1/_{10}$ Proz. betragende Spuren von Gasen höherer Elektroaffinität, wie sie aus Elektroden oder Gefäßwand der Lampe unter dem Einfluß der Stromwärme frei werden, die Ionisation und mithin die Strahlung des Edelgases außerordentlich herabsetzen. Unterhalb eines gewissen Röhrenquerschnittes bzw. oberhalb einer gewissen Stromdichte nimmt der Wirkungsgrad der Lampe stark ab; für Stromdichten zwischen 0,1 Amp./qcm und 1 Amp./qcm ergibt in *Ne*- oder *Ne-H*-Gemischen mit bis zu 25 Proz. *He* ein Druck in der Nähe von 1 mm das Maximum an HK/W. Die Entladung zeigt die bekannte Lichtbogencharakteristik und befolgt die vereinfachte Ayrton sche Gleichung

$$e = a + \frac{b}{i}.$$

Cooper-Hewitt und Claude versuchten vergebens, Neonbogenlampen mit Kathoden aus reinem *Hg* herzustellen. Schon Spuren von *Hg*-Dampf, die auch bei bester Kühlung in das Leuchtrohr gelangen, verdrängen das Gasspektrum durch die *Hg*-Linien. Verf. hat zuerst 1911 einen Neonbogen an einer Kaliumkathode beobachtet. Lebensfähige Neonbogenlampen für Gleichstrom stellte zuerst Skaupy her, indem er durch Legieren von Alkalimetallen mit Schwermetallen ein Kathodenmaterial erhielt, dessen Reaktionsfähigkeit mit dem Gefäßmaterial stark verringert ist. Die Dämpfe der Alkalimetalle binden sehr leicht alle verunreinigenden Restgase (Gehlhoff). Verf. hat nach Versuchen mit Alkalimetallamalgamen von der Formel *NaHg* bzw. $NaHg_2$, die ausgesprochene chemische Verbindungen sind und langlebige Lampen lieferten, die Alkalimetalle wieder verlassen und eine *Cd-Tl*-Legierung durchprobiert, die gute Erfolge ergab. Diese Legierung ist beim Bruch der Lampe harmlos im Gegensatz zu Legierungen oder zersetzlichen *Hg*-Verbindungen von Alkalimetallen. Der chemische Angriff auf das Glas ist dabei sehr gering. Das Austreiben und Unschädlichmachen der aus den Lampenbestandteilenden stammenden Gasreste erfolgt dabei nach einer besonderen Methode, nicht durch Bindung mittels des Kathodendampfes. Die Zündung der Neonbogenlampe geschieht durch den Hochspannungsstoß einer in Verbindung mit einem Vakuumunterbrecher arbeitenden Selbstinduktionsspule. Anlaßvorrichtung und Vorschaltwiderstand sind meist in einer besonderen Armatur vereinigt. Das Anwendungsgebiet ist in erster Linie die Effektbeleuchtung, sodann die Signalbeleuchtung, nachdem erwiesen ist, daß die Zerstreuung für die vornehmlich ausgestrahlten roten Wellenlängen in trüben Medien (Nebel) geringer ist, als für die kürzeren Wellen.

Dr. J. Eggert-Berlin: Über Azetylensilber.

Die Tatsache, daß die Azetylenschwermetallverbindungen, den ihnen beigelegten chemischen Formeln gemäß, bei der Detonation in feste Stoffe zerfallen, legt es nahe, den dabei auftretenden Knall im wesentlichen auf die Erwärmung der umgebenden Luft zurückzuführen. Um zu erkennen, in welchem Maße bei dem Zerfall überdies Gase gebildet werden, wurde der Detonationsvorgang an dem zugänglichsten und definiertesten Körper dieser Art, dem Azetylensilber, im Vakuum verfolgt und gefunden, daß Menge und Art der gasförmigen Produkte wesentlich von der Herstellungsweise desselben abhängig ist.

Die verschiedenen Ag_2C_2-Präparate, deren Gasgehalt im Verhältnis 1 : 20 schwankt, wurden gewichtsanalytisch, ihre Explosionsgase gasanalytisch untersucht und ihre Sprengwirkung nach einer der Trautzl-Probe für Laboratoriumszwecke nachgebildeten Methode miteinander verglichen.

Interessant dürfte die Feststellung sein, daß

die Ausbauchung eines Tonzylinders, welche ein Präparat mit einer bestimmten Gasmenge zeigt, nicht äquivalent ist der Ausbauchung, die die doppelte Menge eines anderen Präparates hervorruft, das nur halb soviel Gas abzugeben imstande ist, wie das erste. Vielmehr entsteht in dem zweiten Falle eine sechsmal so starke Ausbauchung, offenbar weil infolge der größeren angewendeten Menge die mittlere Geschwindigkeit des Vorganges stark vergrößert ist.

Privatdozent Dr. Fritz Paneth-Wien: Zur Frage des Wismutwasserstoffs.

Wir kennen heute außer dem gewöhnlichen inaktiven Wismut vier radioaktive Wismutarten, seine Isotope *RaC*, *ThC*, *AcC* und *RaE*. Auf Grund zahlreicher Experimentaluntersuchungen über Isotope wissen wir, daß ihre chemischen Eigenschaften innerhalb der erreichbaren Versuchsgenauigkeit vollständig übereinstimmen, so daß wir zum Studium der chemischen Eigenschaften eines Elements je nach Zweckmäßigkeit einmal das eine und einmal das andere Isotop heranziehen können. Nun ist beim Wismut schon öfter in Analogie zum Arsen- und Antimonwasserstoff die Existenz eines gasförmigen Wismutwasserstoffs vermutet worden, sein Nachweis aber nie gelungen; der Autor hat darum versucht, ob sich die Bildung dieser Verbindung vielleicht mit einer radioaktiven Wismutart leichter feststellen ließe.

Dies ist tatsächlich bei *RaC* und *ThC* auf dem Weg über ihre Magnesiumlegierungen gelungen. Wismutwasserstoff ist bei Zimmertemperatur gasförmig und ziemlich beständig; gegen Temperaturerhöhung ist er außerordentlich empfindlich. Durch Abkühlung auf die Temperatur der flüssigen Luft läßt er sich kondensieren und durch nachträgliches Erwärmen wieder zum Teil in Gasform zurückgewinnen. Aus einer radioaktiven Wismutart, wie z. B. *RaC*, dargestellt, ist er natürlich ein radioaktives Gas, mit dem Versuche wie mit Radiumemanation angestellt werden können; durch Leiten in ein mit Zinksulfid ausgekleidetes Glasrohr läßt sich z. B. an dem allmählichen Fortschreiten des Leuchtens seine Gasnatur auch einem größeren Zuhörerkreis demonstrieren.

Nach einem analogen Verfahren ist es dem Autor auch gelungen, den schon von Lawson auf Grund einer Störung bei physikalischen Messungen vermuteten Poloniumwasserstoff darzustellen, der ein höheres Homologes zum Selen- und Tellurwasserstoff ist. Mit diesen beiden neuen radioaktiven Gasen kann man — zum Unterschied von den inerten Emanationen — chemische Reaktionen von Gasen in extremer Verdünnung studieren.

Prof. Dr. C. Schall-Leipzig: Über anodische Esterbildung bei den Mononitrobenzoesäuren.

Prof. Dr. Otto Ruff-Breslau: Über Karbide[1]).

Die Besprechung des Ergebnisses der jüngsten Arbeiten über Aluminium und Kohlenstoff sowie Chrom und Kohlenstoff gibt Gelegenheit zur Beschreibung der wichtigsten Arbeitsverfahren.

Aluminium und Chrom bilden neben den bekannten Karbiden Al_4C_3 und Cr_3C_2 noch weitere, Al_3C_2 (?), Cr_5C_2, Cr_2C (?), deren Zusammensetzung bis jetzt nur für das Cr_5C_2 sicher ermittelt worden ist. Versuche zur Darstellung von Aluminium aus Aluminiumoxyd und Kohle haben nur wenig Aussicht auf Erfolg.

Das Ergebnis der bisherigen Versuche über das Verhalten von Oxyden und Metallen im elektrischen Vakuumofen gegen freien-festen und gebunden-gelösten oder -gasförmigen Kohlenstoff läßt sich mit dem Vorbehalt, der durch die Lücken im Versuchsmaterial bedingt ist, etwa in die folgenden Sätze zusammenfassen:

1. Bildung von Karbiden.

In einer mit Kohlenstoff gesättigten Atmosphäre von Wasserstoff, Stickstoff oder Kohlenoxyd lassen sich bei hinreichend hoher Temperatur alle Oxyde bis zu den ihnen zugrunde liegenden Elementen reduzieren oder in die zugehörigen Karbide verwandeln. Kohlenstoffverbindungen der Gase wirken dabei als Überträger des Kohlenstoffs.

Der feste Kohlenstoff beteiligt sich an der Reaktion erst dann, wenn das Oxyd oder dessen Reaktionsprodukte schmelzen und Kohlenstoff aufzulösen vermögen.

Die Löslichkeit von Kohlenstoff in Schmelzflüssen ist an die Möglichkeit der Bildung von Karbiden noch bis gegen 2500° hinauf gebunden. Dafür sprechen neben anderem die Diskontinuitäten der Löslichkeitslinien für Kohlenstoff, welche mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt die Bildung neuer Molukülarten verraten.

2. Zusammensetzung von Karbiden.

Die von Moissan dargestellten Karbide sind fast durchweg solche, welche sich nach völliger Sättigung der Grundelemente mit Kohlenstoff aus den Schmelzflüssen ausscheiden.

1) Eigenbericht des Vortragenden.

Neben ihnen bestehen noch zahlreiche andere, an Kohlenstoff gesättigte und nicht gesättigte, von verschiedener Zusammensetzung, je nach der Temperatur und der Kohlenstoffkonzentration des Mediums, in dem sie gebildet worden sind. Besonders häufig ist unter den kohlenstoffärmeren Karbiden die Form M_3C, unter den kohlenstoffreicheren die Form MC. Von der Form M_4C ist bis jetzt nur das Aluminiumkarbid bekannt. Stellt man die Karbide den Kohlenwasserstoffen zur Seite, so hat man es bis jetzt nur mit den Formen CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2 und C_4H_{10} zu tun.

3. Die Wertigkeit der Metalle.

Die Wertigkeit der Metalle ist in den Karbiden meist kleiner als die gewöhnlich angenommene; die Schwermetalle erscheinen besonders häufig einwertig (Fe_3C, Mn_3C, W_3C, Cr_5C_2). Mit zunehmender Metallkonzentration beobachtet man gelegentlich abnehmende Wertigkeit (Cr_3C_2, $Cr_{10}C_4$). Für den die Metallwertigkeit wahrscheinlich mindernden Einfluß der Temperatursteigerung hat sich noch kein Beispiel ohne gleichzeitigen Phasenwechsel gefunden.

4. Wertigkeit des Kohlenstoffs.

Sieht man von der Möglichkeit der Bindung der Kohlenstoffatome und Metallatome unter sich ab, so erscheint der Kohlenstoff in den Karbiden 4-, 3-, 2- und 1-wertig (Al_4C_3, Fe_3C, Mn_3C, Mo_2C, Ca_2C, WC). Mit steigender Temperatur und zunehmender Kohlenstoffkonzentration geht eine Abnahme seiner Wertigkeit (W_2C, W_2C, WC) parallel.

5. Temperaturbeständigkeit.

a) Bei den festen und flüssigen Karbiden dürften sich alle Möglichkeiten verwirklicht finden. Dem festen oder flüssigen Metall gegenüber beständig im ganzen Temperaturgebiet sind z. B. Mn_3C, Cr_5C_2 und W_3C; bei der Schmelztemperatur mehr oder minder weit zerfallen (in Graphit und Metall oder auch flüssiges kohlenstoffärmeres Karbid) das Fe_3C, WC, Cr_3C_2; in fester Form, zumindest oberhalb 900°, mäßig instabil erscheint Fe_3C, gänzlich instabil Ni_3C. Bei höheren Temperaturen vollzieht sich die Rückbildung der bei dem Schmelzen zerfallenden Karbide, mit meist deutlich erkennbarem Beständigkeitsgebiet oberhalb einer bestimmten Temperatur, beim Fe_3C, Ni_3C, Cr_3C_2.

b) Alle Karbide zerfallen beim Verdampfen mehr oder minder weit. Dabei erweist sich das Karbid um so beständiger, je positiver sein Metall ist; Fe_3C zerfällt beim Verdampfen fast vollständig, Al_4C_3 sehr viel weniger. Des letzteren Beständigkeit nimmt mit steigender Temperatur zu.

Es sind, wie man bei näherem Zusehen erkennen wird, Gesichtspunkte, welche mit unseren üblichen theoretischen Vorstellungen von der Beständigkeit chemischer Stoffe im Einklang sind.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Gumlich-Charlottenburg: Über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, des spezifischen Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und thermischen Behandlung[1]).

Die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen wurden veranlaßt und pekuniär unterstützt durch den Verband Deutscher Elektrotechniker; die erforderlichen mikrographischen Aufnahmen, für welche die Reichsanstalt nicht die nötigen Einrichtungen besaß, machte Herr Professor Goerens im Eisenhüttenmännischen Laboratorium der Technischen Hochschule Aachen (Vorstand Herr Geheimrat Wüst), während die Herstellung der Proben und die Ausführung der chemischen Analysen eine Reihe von Eisenhütten, in erster Linie die Firma Friedrich Krupp in Essen, übernommen hatte.

Zu vorläufigen orientierenden Versuchen, namentlich über die Wirkung des Ausglühens auf Dynamomaterial, dienten 7 käufliche Eisensorten verschiedener Herkunft, die ebenso wie die später untersuchten Legierungen sowohl in kompaktem Zustande als zylindrische Stäbe, wie auch in Form von 0,5 mm dicken Blechen zur Verwendung kamen. Als besonders reines Material stand eine kleine Probe Fischerschen Elektrolyteisens zur Verfügung. Außerdem wurden noch Legierungen mit *C* (bis 1,8 Proz.), *Si* (bis 8 Proz.), *Al* (bis 10 Proz.) und *Mn* (bis 16 Proz.) mit steigendem Prozentgehalt der Zusätze untersucht, und zwar wurden durchweg die Dichte, der spezifische Widerstand, die Lage des 1. und 2. Umwandlungspunktes, besonders aber die magnetischen Eigenschaften durch Aufnahme von Nullkurven und Hystereseschleifen, Bestimmung des Hystereseverlustes, der Koerzitivkraft, der Remanenz, Anfangspermeabilität, Maximalpermeabilität, des Sättigungswertes usw. ermittelt. Auch über die technisch wichtigen Alterungserscheinungen der Transformatorenbleche wur-

1) Eigenbericht des Vortragenden.

den zahlreiche Versuche angestellt. Die Untersuchung erfolgte meist ballistisch nach der Jochmethode an zylindrischen Stäben oder an Blechstreifen, bisweilen auch an bewickelten Ringen; die als Charakteristikum für die Beschaffenheit des Materials so wichtige Koerzitivkraft wurde stets gesondert mit dem Magnetometer bestimmt.

Das Ausglühen erfolgte bei verschiedenen Temperaturen zwischen 700 und 1100° zumeist im elektrisch geheizten Röhrenofen, und zwar anfangs in einer *N*-Atmosphäre, später im Vakuum, doch wurden auch Versuche mit anderen Gasatmosphären angestellt; auch die Abkühlungsgeschwindigkeit wurde möglichst variiert.

Die Wirkung der thermischen Behandlung auf die Dichte und den spezifischen Widerstand ist im allgemeinen gering, nur bei den *C*- und *Mn*-Legierungen erheblich, dagegen beeinflußt sie überall außerordentlich stark die magnetischen Eigenschaften. Dies beruht einmal auf der Beseitigung der durch die Bearbeitung, namentlich das Auswalzen der Bleche, hervorgebrachten mechanischen und magnetischen Härte, sodann aber auch darauf, daß der als Verunreinigung stets vorhandene, außerordentlich schädliche *C* zusammen mit dem ebenfalls im Eisen stets gelösten schädlichen *O* durch das Glühen in Form von *CO* ausgetrieben wird, während die beiden Verunreinigungen für sich allein nicht beseitigt werden können. Andererseits scheint aber auch, entgegen der landläufigen Ansicht, durch das Glühen eine molekulare Verschlechterung einzutreten, die sich dem verbessernden Einfluß überlagert und bewirkt, daß bei Wiederholung der Glühprozesse die anfängliche Verbesserung wieder einer dauernden Verschlechterung weicht. Die günstigste Glühtemperatur wurde zu etwa 800° ermittelt.

Beim direkt niedergeschlagenen Fischerschen Elektrolyteisen gelang es zum erstenmal, die Magnetisierungskurven durch die thermische Behandlung willkürlich und reversibel zu beeinflussen, und zwar ergab eine langsame Abkühlung nach dem Glühen sehr steile Magnetisierungskurven mit verhältnismäßig hoher Maximalpermeabilität, eine sehr rasche Abkühlung dagegen ganz schräg liegende Kurven mit niedriger Maximalpermeabilität, aber auch kleinerem Hystereseverlust. Nach zahlreichen Wiederholungen der Erhitzung verschwand diese willkürliche Beeinflußbarkeit und es blieb eine außerordentlich schräge Kurve mit einer Remanenz von nur 850 und einer Koerzitivkraft von nur 0,15 Gauß. Derartiges Material würde sich außerordentlich gut zur Verwendung als Eisenkerne in elektrischen Meßinstrumenten eignen, die bisher wegen der Wirkung der Remanenz eisenlos gebaut werden mußten. Leider haben sich diese Eigenschaften mit anderen Materialien bisher nicht wieder hervorbringen lassen.

Die Abhängigkeit der Dichte und des spezifischen Widerstandes von der chemischen Zusammensetzung ist, abgesehen von den *C*- und *Mn*-Legierungen, vollkommen stetig. Eine Extrapolation auf den Prozentgehalt 0 der Beimengungen ergab für reines Eisen in Übereinstimmung mit den am Fischerschen Elektrolyteisen gefundenen Werten für die Dichte $s = 7{,}876$, den Widerstand pro m/mm² bei 20° $R_{20} = 0{,}0994\ \Omega$, den Temperaturkoeffizienten des Widerstandes $\alpha_K = 0{,}37$ Proz.

Durch Zusatz von *Si* und *Al* wächst der spezifische Widerstand sehr stark (Größenordnung 1 Ω bei etwa 10 Proz.), während der Temperaturkoeffizient des Widerstandes sehr stark, bei den *Al*-Legierungen bis auf 0,035 Proz., abnimmt. Wegen der ersteren Eigenschaft veranlaßte die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die Herstellung der sog. „legierten" Bleche für Transformatoren und Dynamomaschinen; die zweite Eigenschaft wird sich voraussichtlich zur Herstellung von technischen Vorschaltwiderständen verwenden lassen.

In magnetischer Beziehung spielt der *C* die weitaus wichtigste Rolle. Er tritt in dreierlei Gestalt auf: Als Temperkohle (Graphit), wo er magnetisch nahezu unschädlich ist; als Eisenkarbid Fe_3C (Gefügebestandteile: Zementit und Perlit) und als gelöster Kohlenstoff (Gefügebestandteil Martensit). Die beiden letzteren Arten bewirken eine Verringerung der Permeabilität sowie eine Vergrößerung des Hystereseverlustes und der Koerzitivkraft. Diese beträgt pro 1 Proz. *C* rund 7 Gauß beim Perlit, 70 Gauß beim Martensit; in letzterer Form, die durch rasche Abkühlung entsteht (Stahl), spielen also auch schon Verunreinigungen von wenigen 100 stel Proz. Kohlenstoff bei magnetisch weichem Material eine außerordentlich verderbliche Rolle und müssen peinlichst vermieden werden. Umgekehrt ist für die permanenten Magnete eine hohe Koerzitivkraft neben hoher Remanenz Bedingung für die Leistungsfähigkeit. Nach der vorliegenden Untersuchung nimmt nun zwar die Koerzitivkraft mit wachsendem Prozentgehalt an gelöstem *C* zu, gleichzeitig aber auch die Remanenz ab, so daß sich beide Bedingungen für reine *C*-Stähle nicht vereinigen lassen; hier wirken Zusätze von *Wo*, *Mo*, *Cr* usw. günstig.

Der Temperaturkoeffizient des magnetischen Moments nimmt mit wachsendem Prozentgehalt an gelöstem *C* ab; es ist gelungen,

aus reinen *C*-Legierungen von 1,4 Proz. durch Härtung bei 1000° permanente Magnete ohne Temperaturkoeffizient herzustellen.

Die *Si*-Legierungen (sog. „legierte" Bleche) haben wegen ihres hohen spezifischen Widerstandes und des dadurch bedingten geringen Wirbelstromverlustes als Material für die Transformatoren weite Verbreitung gefunden, zeichnen sich aber auch bei niedrigen Feldstärken durch besonders gute magnetische Eigenschaften aus, trotzdem der Zusatz von *Si* die magnetischen Eigenschaften des reinen Eisens nicht verbessert, sondern verschlechtert; wie aus der Abnahme des Sättigungswertes mit steigendem *Si*-Gehalt hervorgeht. Der günstige Einfluß des *Si* ist sekundärer Art, indem bei etwa 4—5 Proz. *Si*-Gehalt die stets vorhandenen Verunreinigungen durch *C* nicht in Lösung bleiben, sondern auch bei rascher Abkühlung in Form von Perlit abgeschieden werden, der wiederum durch dauerndes Glühen und langsames Abkühlen in die unschädliche Form der Temperkohle übergeführt werden kann.

Ganz ähnlich wirkt *Al*-Zusatz, wenn auch, wohl infolge technischer Unvollkommenheiten bei der Herstellung, die vorzüglichen Ergebnisse der *Si*-Legierungen noch nicht erreicht werden konnten. Durch Glühen bei 1100° sinkt die Remanenz der 10proz. *Al*-Legierungen bis auf etwa 1500, was ähnlich wie bei dem Fischerschen Elektrolyteisen eine Verwendbarkeit zu Eisenkernen in elektrischen Meßinstrumenten verspricht, namentlich, wenn es gelingen sollte, die Koerzitivkraft noch wesentlich weiter herunterzusetzen.

Die magnetischen Eigenschaften der *Mn*-Legierungen haben eine praktische Verwendung noch nicht gefunden, sind aber wissenschaftlich sehr interessant. Sie zeigen große Ähnlichkeit mit den Kohlenstofflegierungen, ja die Koerzitivkraft steigt unter Umständen sogar bis auf 130 Gauß an (gegen bis 70 Gauß bei den *C*-Legierungen), aber die gleichzeitige sehr starke Abnahme der Magnetisierbarkeit und speziell der Remanenz läßt eine praktische Verwendung zu permanenten Magneten nicht zu. Im Gegensatz zu den *C*-Legierungen macht Abschrecken das Material magnetisch weicher statt härter.

Zwischen 8—10 Proz. *Mn*-Gehalt zeigen Dichte, spezifischer Widerstand, Koerzitivkraft, Sättigungswert usw. sprungweise Änderungen, die auf das Auftreten von austenitischen Gefügebestandteilen zurückzuführen sind. Diese letzteren bewirken, daß bei Legierungen von 14 Proz. aufwärts die Magnetisierbarkeit vollständig verschwindet; das Material hat nicht mehr ferromagnetischen, sondern nahezu paramagnetischen Charakter angenommen, aber auch die niedrigeren Legierungen zeigen diesen Zustand je nach der vorhergehenden thermischen Behandlung. Mit zunehmendem Prozentgehalt an *Mn* sinkt nämlich der zweite Umwandlungspunkt Ac_2, wo das Material die Magnetisierbarkeit verliert, von etwa 760° bis 660°; die entsprechende Temperatur Ar_2 dagegen, wo die Magnetisierbarkeit wieder auftritt, sinkt noch außerordentlich viel stärker und liegt bei etwa 12proz. Legierungen noch weit unter Zimmertemperatur, so daß also ein und dieselbe derartige Legierung bei gewöhnlicher Temperatur magnetisierbar oder unmagnetisierbar sein kann, je nachdem man sie vorher auf tiefe Temperatur abgekühlt oder auf eine Temperatur über Ac_2 erwärmt hat. Diese beiden verschiedenen Phasen, deren Unmagnetisierbarkeit auch durch Abschrecken des Materials aus der Temperatur des zugehörigen Umwandlungspunktes Ac_2 erhalten werden kann, zeigen bei derselben Temperatur auch verschiedene Dichte und verschiedenen spezifischen Widerstand. Der Übergang vom austenitischen in den martensitischen Zustand beim Abschrecken erfolgt ganz plötzlich und macht sich häufig durch ein hörbares Knacken bemerkbar. Die ganzen Verhältnisse liegen offenbar ähnlich wie bei den sog. nicht reversiblen Nickelstählen, die beim Bau von Kriegsschiffen bereits eine umfangreiche praktische Verwendung gefunden haben.

Prof. Dr. O. Hönigschmid-München: Über das Thoriumblei.

Die im Vorjahre[1]) mitgeteilte Untersuchung über das Atomgewicht des von F. Soddy aus Ceylon-Thorit isolierten Bleies ergab einen Wert von 207,77, der erheblich niedriger ist, als der auf Grund der Lebensdauer von Uran und Thor berechnete zu 208,0. Soddy suchte diese Diskrepanz damit zu erklären, daß er annimmt, nur 35 Proz. des Thoriumbleies seien stabil, während 65 Proz. weiter zerfallen. Lawson hingegen suchte für diese Differenz die Erklärung in der Annahme, daß der Thorit ein Umwandlungsprodukt des auf gleicher Lagerstätte gefundenen Thorianit sei und bei seiner Entstehung auch das bereits in primärem Thorianit vorhandene Isotopengemenge von Uranblei und Thorblei aufgenommen habe.

Als Beitrag zur Klärung dieser Frage wurden jetzt einige neue Proben von Blei aus Thorit und Thorianit untersucht. Zunächst ein Thoritblei, das K. Fajans aus einem norwegischen Thorit isoliert hatte und dem Vortragenden zur Verfügung stellte. Dieser Thorit

1) Diese Zeitschr. 18, 114, 1917.

enthielt nach Fajans neben 30,1 Proz. *Th* und 0,45 Proz. *U* nur 0,35 Proz. *Pb*. Infolge des kleinen Urangehalts war also ein sehr hohes Atomgewicht für das Blei zu erwarten, da es nahezu reines Thoriumblei mit nur geringen Beimengungen von Uranblei sein sollte. Tatsächlich wurde hierfür durch Analyse des Chlorids das höchste Atomgewicht gefunden, welches bisher für auf radioaktivem Wege entstandenes Blei überhaupt ermittelt worden ist, nämlich 207,90. Fajans berechnet unter der Annahme der vollkommenen Stabilität von Uran- und Thorblei für dieses spezielle Thoritblei ein Atomgewicht, das er zwischen die Grenzen 207,97 und 208,00 einschließt. Es ist wohl nicht angängig, aus der Differenz zwischen dem gefundenen und berechneten Werte irgendwelche weitgehenden Schlüsse zu ziehen, da sowohl die Grundlagen der Berechnung wie das ermittelte Atomgewicht noch mit kleinen Unsicherheiten behaftet sind.

Außer diesem Thoritblei wurden auch Bleiproben aus Ceylon-Thorianit untersucht zwecks Überprüfung der oben besprochenen Annahme Lawsons.

Es standen drei Thorianite zur Verfügung von folgender Zusammensetzung: 1. *Th* und selt. Erden = 78,2 Proz., *U* 11,9 Proz. und Blei 2,34 Proz.; 2. *Th* und selt. Erden = 79,11 Proz., *U* 12,2 Proz., Blei 3,11 Proz.; 3. *Th* und selt. Erden = 72,52 Proz., *U* 18,1 Proz., Blei 3,5 Proz. Als Atomgewichte für diese Bleiproben wurden die Werte ermittelt: 1. 207,21, 2. 206,91, 3. 206,84.

Aus diesen Resultaten lassen sich vorläufig keine sicheren Schlüsse ziehen, denn die gefundenen Atomgewichtswerte sind durchgehend um einige Einheiten der ersten Dezimale niedriger, als die theoretisch berechneten. Auffallend ist die Tatsache, daß der Thorianit II trotz sonst gleicher Zusammensetzung erheblich mehr Blei enthält als I. Der Altersunterschied der beiden Minerale kann nicht so groß sein, daß sich daraus diese Differenz erklären ließe. Auch würde ein höheres Alter des Thorianits II keine Erklärung für das niedrigere Atomgewicht des aus diesem Mineral isolierten Bleies geben. Es legen diese Beobachtungen vielmehr die Vermutung nahe, daß der Thorianit ein sekundäres, durch Infiltration von Thorerde in Uraninit entstandenes Mineral sei, bei dessen Bildung im Uraninit vorgebildetes Uranblei aufgenommen wurde. Eine Vermutung allerdings, die sonst durch keine Tatsache gestützt wird.

In einer zweiten Mitteilung berichtete der Vortragende über eine von ihm ausgeführte Revision des Atomgewichts von Skandium.

Prof. Dr. K. Fajans-München: Beitrag zur Kenntnis und Auffassung isotoper Bleiarten[1]).

Der Vortragende hat vor Jahresfrist[2]) ausführlich den Standpunkt begründet, daß, um den bisherigen Begriff des chemischen Elementes aufrecht zu erhalten, die Isotope als verschiedene Elemente desselben chemischen Typus aufgefaßt werden müssen. Dabei ergab sich die Definition: „Ein chemisches Element ist ein Stoff, der durch kein physikalisches oder chemisches Mittel in einfachere Bestandteile zerlegt und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt wurde." Bei der Anwendung dieser Definition auf die bis jetzt bekannten Stoffe ergab sich eine Schwierigkeit nur bei den in wägbaren Mengen zugänglichen, keine eigene Radioaktivität aufweisenden Bleiarten mit Verbindungsgewichten (V.-G.) zwischen 206,0 und 207,77, von denen eine größere Anzahl mit deutlich verschiedenen V.-G. aus Uran- und Thormineralien isoliert worden ist. Es war von vornherein wahrscheinlich, jedoch bis jetzt noch nicht bewiesen, daß diese Bleiarten nicht etwa eine größere Reihe verschiedener neuer Elemente (Atomarten) vorstellen, sondern Gemische nur dreier Elemente sind: des Uranbleies (A.-G. 206,0), des gewöhnlichen Bleies (207,2) und des Thorbleies (208,1). Da die Zerlegung eines Isotopengemisches noch auf große Schwierigkeiten stößt, muß man andere Wege einschlagen, um den für eine eindeutige Anwendung der obigen Definition notwendigen Beweis der Gemischnatur jener Bleiarten durchführen zu können.

Der Vortragende liefert zunächst einen Beitrag zur Frage des aus Thormineralien stammenden Bleies. Er hat das Blei aus einem norwegischen Thorit, der 30,10 Proz. Thor, 0,45 Proz. Uran und 0,35 Proz. Blei enthielt, isoliert. Das Blei müßte ein Gemisch von Thorblei und von etwas Uranblei vorstellen und ein berechnetes V.-G. 207,97—208,00 aufweisen. Professor O. Höñigschmid hat das V.-G. gütigst bestimmt und den höchsten, bis jetzt für Blei beobachteten Wert 207,90 erhalten, der nur unbeträchtlich von dem theoretischen abweicht.

Weiterhin wird ein Beweis für die Gemischnatur der aus Uranmineralien stammenden Bleiarten mit V.-G. zwischen 206 und 207 geliefert. Bei diesen war anzunehmen, daß sie Gemische von Uranblei (206,0) und gewöhnlichem Blei (207,2) vorstellen. Trifft das zu, so muß, wie gezeigt wird, für Blei aus Uranmineralien vom gleichen geologischen Alter eine einfache Be-

1) Eigenbericht des Vortragenden.
2) Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik 14, 314, 1917.

ziehung zwischen der von Radium *D* herrührenden β-Strahlenaktivität des Bleies und seinem V.-G. bestehen. Um diese Konsequenz zu prüfen, wurde die β-Aktivität von drei Bleipräparaten gemessen, die alle aus Joachimstaler Pechblende stammen und für deren V.-G. Richards und Lembert bzw. Hönigschmid fanden: 206,40, 206,61 und 206,73. Durch die Messungen wurde die erwartete Beziehung in qualitativer Hinsicht vollkommen und in quantitativer Hinsicht sehr annähernd bestätigt. Dadurch kann es als erwiesen gelten, daß die betreffenden Bleiarten Gemische vorstellen und keine Elemente sind.

Fräulein Dr. Lise Meitner-Berlin-Dahlem: Die Muttersubstanz des Aktiniums, ein neues radioaktives Element von langer Lebensdauer.

Die Frage nach der Muttersubstanz des Aktiniums ist in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten untersucht worden, ohne einer Lösung nähergebracht zu werden. Die vielen negativen Versuche ließen zwar die Existenz dieser Muttersubstanz unangezweifelt, erweckten aber eine starke Unsicherheit bezüglich der Gruppe des periodischen Systems, in der sie zu suchen sei. In gemeinschaftlich mit Prof. O. Hahn ausgeführten Versuchen wurde die bisher nur hypothetische Substanz aufgefunden und in radioaktiv reinem Zustande dargestellt. Daß es sich dabei wirklich um die Muttersubstanz des Aktiniums handelt, wurde durch den Nachweis der Aktiniumbildung bewiesen, und zwar

1. durch Aufnahme von α-Strahlenkurven,
2. durch die Messung der Aktiniumemanation, deren Zunahme seit Monaten von Tag zu Tag verfolgt werden konnte,
3. durch den aktiven Niederschlag, der in wachsenden Mengen an negativ geladenen Platten gesammelt werden konnte.

Die Lebensdauer der neuen Substanz ist sicher größer als 1000 Jahre. Da in dem neuen radioaktiven Element tatsächlich die lange gesuchte Muttersubstanz des Aktiniums vorliegt, wird für dieselbe der Name „Protaktinium" vorgeschlagen.

Ein eingehender Bericht über die Versuche ist inzwischen in dieser Zeitschrift 19, 208, 1918 erschienen.

Prof. Dr. M. Bodenstein-Hannover: Die Geschwindigkeit der Vereinigung von Stickoxyd mit Sauerstoff[1]).

Die an sich sehr geschwinde Reaktion braucht erhebliche Zeiten zu ihrer Vollendung, wenn sie sich bei sehr niedrigen Drucken vollzieht. Um ihre Geschwindigkeit zu messen, wurde so verfahren: von abgemessenen Mengen Stickoxyd und Sauerstoff wurden durch kurzes Öffnen eines Doppelhahnes in ein vorher leergepumptes Reaktionsgefäß gewisse Mengen überführt, die sich durch Ermittlung der in den Meßgefäßen zurückgebliebenen Anteile genau feststellen ließen. Im Reaktionsgefäß wurden sie durch Rollenlassen einer großen Porzellankugel gemischt. Aus den überführten Mengen und dem Volum des Reaktionsgefäßes ergaben sich die Anfangsdrucke der beiden Gase, die Geschwindigkeit ihrer Umsetzung wurde verfolgt durch Beobachtung der Druckabnahme an einem Bromnaphthalinmanometer, wobei für das sich praktisch unendlich schnell einstellende Gleichgewicht $2\,NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$ kleine Korrekturen anzubringen waren. Die benutzten Gesamtdrucke waren im Höchstfalle etwa 250 mm Bromnaphthalin, gleich etwa $^1/_{30}$ Atmosphäre, wobei für 90 Proz. Umsetzung etwa eine halbe bis eine Stunde gebraucht werden. Das genügt vollkommen, um Geschwindigkeitsmessungen auszuführen, die an Sicherheit und Übereinstimmung den üblichen durchaus nicht nachstehen.

Die Reaktion folgt ganz streng dem Gesetz der dritten Ordnung $dx \mid dt = k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$. Die Konstanten sind (für Mole/ccm und Minuten) bei 0° 2,10 . 10⁶, bei 30° 1,69 . 10⁶, bei 60° 1,34 . 10⁶ und bei 90° 1,08 . 10⁶, also ganz ausgesprochen fallend mit steigender Temperatur. Zusatz von H_2O-Dampf, von SO_2 und von NO_2 beeinflussen sie nicht.

Prof. Dr. G. Bredig-Karlsruhe: Kohlendioxydabspaltung aus Ketokarbonsäuren. Ein Beitrag zur Katalyse in nichtwässerigen Lösungsmitteln.

Prof. Dr. Fritz Weigert-Leipzig: Zur Kenntnis der Phototropie[1]).

Unter Phototropie wird nach Marckwald die Eigenschaft verschiedener organischer Stoffe verstanden, sich im Licht reversibel zu färben. Die Färbung geht durch Wärme und nach Stobbe auch durch solche Lichtstrahlung zurück, die von den neuen, bei der Färbung entstandenen Banden absorbiert wird. Da diese Erscheinungen nur auf den kristallisierten Zustand beschränkt sind und in Lösungen ausbleiben, bot die Untersuchung einzelner Kristallindividuen Interesse.

Die Versuche wurden am farblosen β-Tetrachlor-α-ketonaphthalin ausgeführt, dessen phototrope Rotviolettfärbung zuerst von Marckwald studiert wurde, und zwar wurde die Ab-

1) Eigenbericht des Vortragenden.

1) Eigenbericht des Vortragenden.

sorption, die Erregung und Aufhellung mit polarisiertem Licht untersucht, dessen elektrischer Vektor definierte Schwingungsrichtungen zu den Kristallachsen hatte. Dabei ergaben sich zwei verschiedene Absorptionsspektren, je nachdem der elektrische Vektor in Richtung der *c*-Achse oder in der *a-b*-Ebene schwang. Im ersten Falle wurde beim unerregten und erregten Kristall das gleiche Spektrum mit zwei Banden bei 395 und 375 $\mu\mu$ beobachtet, im zweiten Fall im unerregten Zustand eine im Violett steil einsetzende Endabsorption, im erregten außerdem noch im Gelbgrün eine Bande mit einem flachen Maximum bei 525 $\mu\mu$ welche die Färbung des Kristalls verursacht. Der Absorptionskoeffizient war immer größer als im ersten Falle, bei dem die Banden auftraten.

Dieselben Banden wurden als Kontrastbanden aufgefunden, als die Lösungen des Stoffes in Äther und Benzol untersucht wurden. Dies läßt darauf schließen, daß die Kristallmoleküle dieselbe Atomanordnung haben wie die Lösungsmoleküle, und daß es möglich ist, ein Lösungsspektrum in Teilspektren aufzulösen, wenn alle Moleküle gleichartig orientiert sind, wie dies in den Kristallen der Fall ist.

Die Erregung fand bei allen Schwingungsrichtungen des elektrischen Vektors statt, aber stärker, wenn er in der *c*-Richtung lag, als in der *a-b*-Ebene, trotzdem die Absorption im ersten Falle geringer war. Die Aufhellung trat nur bei der zweiten Orientierung ein, weil nur unter diesen Bedingungen die gelbgrünen Strahlen absorbiert werden. Es ist dies im Einklang mit dem Grotthusschen Gesetz.

Alle Beobachtungen an dem phototropen Stoff lassen sich deuten, wenn man eine frühere Hypothese heranzieht, nach der bei Strahlungsumformungen der primäre Vorgang eine Abstoßung derjenigen Atome ist, deren verbindende Valenzelektronen bei der Lichtabsorption beteiligt sind. Dadurch können Atome von eng benachbarten Molekülen einander so stark genähert werden, daß Absorptionsänderungen eintreten. Falls diese im sichtbaren Spektralgebiet liegen, erscheint der Körper nach der Belichtung gefärbt. Durch Absorption in den neuen Banden entfernen sich die optisch gekoppelten Atome voneinander und der Anfangszustand wird wieder erreicht.

Prof. Dr. G. Grube-Stuttgart: Über das elektromotorische Verhalten des Sauerstoffs und seine anodische Entwicklung unterhalb des reversiblen Sauerstoffpotentials[1]). (Nach Versuchen von B. Dulk.)

Die bekannte Erscheinung der Überspannung sauerstoffentwickelnder platinierter Platinelektroden führt man darauf zurück, daß das Platin nicht vollkommen unangreifbar ist, sondern daß der elektrolytisch gebildete atomare Sauerstoff mit dem Platin der Elektrodenoberfläche Platinoxyde bildet, die sekundär unter Entwicklung molekularen gasförmigen Sauerstoffs sich zersetzen und so die anodische Sauerstoffentwicklung vermitteln. Frühere Versuche haben gezeigt, daß, soweit in $2n.H_2SO_4$ die Anodenpotentiale den Wert $\varepsilon_h = +1{,}6$ Volt nicht überschreiten, das Platintrioxyd, das auf der Elektrode nicht in freiem Zustande, sondern in Form einer Lösung in dem nicht oxydierten Platin der Elektrodenoberfläche von stetig sich änderndem Dissoziationsdruck vorhanden ist, die Sauerstoffentwicklung vermittelt. Ausgehend von der Tatsache, daß das Anodenpotential sauerstoffentwickelnder Platinelektroden durch Überlagerung von Wechselstrom heruntergedrückt wird, wurden systematische Messungen des Potentialverlaufs der Sauerstoffentwicklung an Platinelektroden bei überlagertem Wechselstrom ausgeführt, durch die zunächst ermittelt werden sollte, wie weit das Potential einer sauerstoffentwickelnden Anode auf diese Weise erniedrigt werden kann, und die weiterhin der Feststellung dienen sollten, ob außer dem Platintrioxyd noch andere Platinoxyde bei der Sauerstoffentwicklung elektromotorisch wirksam sind.

Dabei ergaben sich die folgenden Resultate: Überlagert man eine in $2n.H_2SO_4$ mit Gleichstrom konstanter Stärke anodisch bis zur Sauerstoffentwicklung polarisierte Elektrode mit Wechselstrom wachsender Stärke, so sinkt das Anodenpotential mit wachsender Wechselstromstärke und erreicht schließlich, nachdem der Wert $\varepsilon_h = 1{,}23$ Volt ohne Unstetigkeit durchschritten ist, Potentiale von $\varepsilon_h = 1{,}0 - 1{,}1$ Volt. Dabei entwickelt auch unterhalb 1,23 Volt die Anode reinen Sauerstoff. Es ergibt sich also die überraschende Tatsache, daß eine mit Wechselstrom überlagerte, mit Gleichstrom polarisierte Platinelektrode unterhalb des Potentials der reversiblen Sauerstoffelektrode — $\varepsilon_h = +1{,}23$ Volt — noch Sauerstoff von Atmosphärendruck zu entwickeln vermag. Da an der Richtigkeit des Wertes $\varepsilon_h = +1{,}23$ Volt für das Potential der reversiblen Sauerstoffentwicklung, da dasselbe nach verschiedenen Methoden übereinstimmend gefunden wurde, nicht zu zweifeln ist und somit Sauerstoff von Atmosphärendruck unter $+1{,}23$ Volt in $2n.H_2SO_4$ am Platin elektrolytisch nicht entwickelt werden kann, so muß die unterhalb dieses Potentials beobachtete Sauerstoffentwicklung ihre Ursache in einer sekundären Reaktion haben.

1) Eigenbericht des Vortragenden.

Verwendet man, bei sonst gleicher Versuchsanordnung, n. $NaOH$ als Elektrolyten, so erhält man Potentialkurven von anderer Form als bei Schwefelsäure. Die Kurven zerfallen in drei durch ausgeprägte Richtungsänderungen voneinander geschiedene Stücke, deren erstes sich von dem Potential $\varepsilon_A = +1{,}25$ Volt — dem Anodenpotential bei reiner Gleichstromelektrolyse — bis 0,7 Volt erstreckt, deren zweites die Potentiale von 0,7—0,42 Volt und deren drittes die Potentiale unterhalb 0,42 Volt umfaßt. Den drei Kurvenstücken des Potentialverlaufs entsprechen aller Wahrscheinlichkeit nach drei verschiedene, die Sauerstoffentwicklung vermittelnde Anodenvorgänge. Man muß auf Grund des geschilderten Tatbestandes annehmen, daß zwischen 1,25—0,7 Volt ein höheres, noch unbekanntes Platinoxyd PtO_x und zwischen 0,7—0,42 Volt das Platintrioxyd die Sauerstoffentwicklung vermittelt. Da unterhalb 0,42 Volt, dem Potential der reversiblen Sauerstoffentwicklung in n. $NaOH$, ein Platinoxyd nicht mehr Sauerstoff von Atmosphärendruck entwickeln kann, so muß hier ein neuer sauerstoffentwickelnder Vorgang einsetzen. Wahrscheinlich besteht dieser in einer Reaktion des Wasserstoffsuperoxyds, das an einer mit Wechselstrom überlagerten Platinanode in n. $NaOH$ reichlich gebildet wird, mit den Oxyden des Platins.

Durch das Auftreten der Diskontinuität im Potentialverlauf bei 0,42 Volt in n. $NaOH$, welcher Wert in 2n. H_2SO_4 1,23 Volt entsprechen würde, dürfte auch indirekt der experimentelle Nachweis erbracht sein, daß dieses bisher nur theoretisch errechnete Potential dem Potential der reversiblen Sauerstoffentwicklung entspricht.

(Eingegangen 5. Mai 1918.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Schriftleitung von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt: Der wissenschaftliche Mitarbeiter am Meteorologischen Institut in Berlin Dr. Karl Joester zum Observator ebenda, der Laborator der Chemie an der Universität Lund Dr. L. Ramberg zum Professor der Chemie an der Universität Upsala, Dr. W. E. Ringer zum ord. Professor für physiologische Chemie an der Universität Utrecht, der Professor der Chemie an der Universität Mailand Dr. Giacomo Sateili zum Leiter der chemischen Abteilung am Polytechnikum in Budapest.

Verliehen: Dem Privatdozenten für Chemie an der Technischen Hochschule Karlsruhe Dr.-Ing. Adolf König der Titel Professor.

Gestorben: Der frühere ord. Professor der Chemie an der Universität Würzburg Dr. Julius Tafel, der frühere a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule Stuttgart Dr. Max Philip, der ord. Professor der höheren Mathematik an der Technischen Hochschule Berlin Geh. Reg.-Rat Dr. Emil Lampe.

Berichtigung: Die in der letzten Nummer S. 416 erwähnte Ernennung von Dr. Paul Müller zum ord. Professor für Elektromaschinenbau in Braunschweig ist noch nicht erfolgt, sondern die Berufung erst für die Zeit nach dem Kriege in Aussicht genommen.

Angebote.

Physiker

oder physikalisch gebildete Chemiker (auch Damen) für Laboratorium und Fabrikation von Vakuumröhren für drahtlose Telegraphie gesucht. Angebote unter **S. H. 527** an den Verlag dieser Zeitschrift Leipzig, Königstraße 2 erbeten.

Physiker oder Dipl.-Ingenieur

gesucht

für Arbeiten auf dem Gebiete der

magnetischen Meßapparate.

Bewerbungen erbeten an

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk, Abt. M.
Siemensstadt bei Berlin.

Physiker oder Physikerin

für unser physikalisches Laboratorium gesucht. Ausführliche Bewerbungsschreiben an

Siemens & Halske A.-G., Glühlampenwerk, Charlottenburg, Helmholtzstraße 4—8.

Gesuche.

Physiker

mit abgeschlossener Hochschulbildung, mit guten Kenntnissen auf den Gebieten der Radioaktivität, Elektronik und Elektrotechnik sucht Stellung an einem Forschungslaboratorium eines größeren industriellen Unternehmens. (Invalide, linke Unterschenkelprothese.)

Anschrift: **Dr. Rudolf Thaller, Gmunden O.Ö.**

Für die Schriftleitung verantwortlich Geh. Regierungsrat Prof. Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.

Polyphos

München, Schillerstr. 16

Spezialfabrik f. Röntgenapparate und Röntgenröhren

Die

Ventil-Vakuumröhre „Constanz“,

(2 D.R.P., 2 D.R.G.M.)

die ausschließlich von der **Polyphos-Ges.** hergestellt wird, hat sich zur **Unterdrückung der ungewünschten Stromphase** in **vieljähr.** Verwendung **glänzend bewährt.**

Sie zeigt im Gegensatz zu anderen Ventilröhren bei richtiger Härte **keine Fluoreszenz** des Glases.

Dr. Loose, Bremen, schreibt u. a.: **„Ich begrüße diese Röhre als einen wesentlichen Fortschritt“.**

Induktorium

Patent Klingelfuß

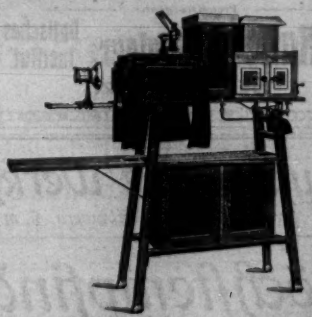
mit eingebauter Meßspule und eingeschaltetem Sklerometer und Milliampèremeter. Beide Instrumente sind spannungslos gegen Erde und können in beliebiger Entfernung vom Induktorium und der Röntgenröhre aufgestellt werden.

Fr. Klingelfuß & Co., Basel.

MAX KOHL A.G. Chemnitz

Volleingezahltes Kapital Mk. 1600000.

Physikalische Apparate
Funken-Induktoren
Ölluftpumpen
Experimentier-Schalttafeln
Projektions-Apparate
Laboratorienmöbel
in gediegener Ausführung.



Kleines Megadiaskop. Projektions-Apparat für alle im Unterricht gebräuchlichen Projektionsarten, z. B. für durchfallendes Licht, für auffallendes Licht, für Mikroprojektion, Spektral-, Polarisations-Interferenzerscheinungen usw.

Weltausstellung Brüssel 1910: 4 Große Preise; Turin 1911: 2 Große Preise; Dresden 1911: Großer Preis.

Inhaltsverzeichnis:

(Z. B. = Zusammenfassende Bearbeitungen; B. = Besprechungen.)

Seite

Atom: Der innere Aufbau des chemischen — und seine Erforschung durch Röntgenstrahlen, v. A. Sommerfeld. (B.) 463
Biedermann, R., Die Sprengstoffe. Ihre Chemie und Technologie. (B.) 464
Bock, H., Die Uhr. Grundlagen und Technik der Zeitmessung. (B.) 463
Bohrsche Frequenzbedingung und Erhaltung des Impulsmomentes, v. A. Rubinowicz. I. 441
Chemisches Atom: Der innere Aufbau des — und seine Erforschung durch Röntgenstrahlen, v. A. Sommerfeld. (B.) 463
Frequenzbedingung: Bohrsche — und Erhaltung des Impulsmomentes, v. A. Rubinowicz. I. . . . 441
Impulsmoment: Bohrsche Frequenzbedingung und Erhaltung des —, v. A. Rubinowicz. I. 441

Seite

Meteor: Das detonierende — vom 3. April 1916 in Kurhessen, v. A. Wegener. (B.) 462
Physiker: Große —, v. F. A. Schulze. (B.) . . . 464
Rubinowicz, A., Bohrsche Frequenzbedingung und Erhaltung des Impulsmomentes. I. 441
Schulze, F. A., Große Physiker. (B.) 464
Sommerfeld, A., Der innere Aufbau des chemischen Atoms und seine Erforschung durch Röntgenstrahlen. (B.) 463
Sprengstoffe: Die —, ihre Chemie und Technologie, v. R. Biedermann. (B.) 464
Uhr: Die —, v. H. Bock. (B.) 463
Voigt, W., Die Resultate der geometrischen Strukturtheorien und die Ergebnisse der Analyse durch Röntgenstrahlen. Spezieller Teil II. (Z. B.) . . . 446
Wegener, A., Das detonierende Meteor vom 3. April 1916 in Kurhessen. (B.) 462

Physiker oder Dipl.-Ingenieur

gesucht für Arbeiten auf dem Gebiet der

Hochfrequenz.

Bewerbungen erbeten an

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk, Abt. M.

Siemensstadt bei Berlin.

Neuste Konstruktion!

Kugelgitterspektrograph D.R.P. 280814.

Franz Schmidt & Haensch

Berlin S. 42, Prinzessinnenstraße 16

Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik.

Neue optische Spezialinstrumente eigener Konstruktion, Polarisations-, Spektral-, Projektionsapparate, Episkope u. a.

Preislisten kostenlos.